

Das Ober-Jura Seichtwasser-Karbonat Vorkommen der Drei Brüder am Wolfgangsee (Österreich): das westlichste Vorkommen der Wolfgangsee-Karbonatplattform südlich der Brunnwinkl-Schwelle am Nordrand des Tauglboden-Beckens

The Late Jurassic shallow water carbonates of the Drei Brüder at Wolfgangsee (Austria): the westernmost occurrence of the Wolfgangsee carbonate platform south of the Brunnwinkl Rise at the northern edge of the Tauglboden Basin

Von

HANS-JÜRGEN GAWLICK, FELIX SCHLAGINTWEIT & SIGRID MISSONI

mit 9 Abbildungen

Schlüsselwörter:

Nördliche Kalkalpen

Ober-Jura

Plassen-Karbonatplattform

Wolfgangsee-Karbonatplattform

Brunnwinkl-Schwelle

Paläogeographie

Key words:

Northern Calcareous Alps

Late Jurassic

Plassen carbonate platform

Wolfgangsee carbonate platform

Brunnwinkl Rise

Palaeogeography

Anschriften der Verfasser, Addresses of the authors:

Montanuniversität Leoben

Department für Angewandte Geowissenschaften und Geophysik

Lehrstuhl Prospektion und Angewandte Sedimentologie

Peter-Tunner-Strasse 5

A-8700 Leoben

Österreich.

gawlick@unileoben.ac.at

Journal of Alpine Geology (Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.)	48	S. 83-100	Wien 2007
---	-----------	------------------	------------------

Inhalt

Abstract.....	84
Zusammenfassung.....	85
1. Einleitung, Zielsetzung und geologischer Rahmen.....	85
2. Die Seichtwasser-Karbonatplattformentwicklung der Drei Brüder.....	87
2.1. Mikrofazies und Faziesentwicklung.....	87
2.2. Stratigraphie.....	91
3. Diskussion der Ergebnisse.....	91
3.1. Vergleich mit den anderen Vorkommen oberjurassischer Seichtwasserkarbonate im Bereich des Wolfgangsees.....	91
3.2. Vergleich mit Vorkommen oberjurassischer Seichtwasserkarbonate im Bereich der Osterhorngruppe.....	93
3.3. Vergleich mit der zentralen Plassen-Karbonatplattform des Salzkammerguts.....	94
3.4. Rekonstruktion des Herkunftsgebietes der Resedimente und Initialstadium der Seichtwasserkarbonatentwicklung.....	94
3.5. Paläogeographie der Ober-Jura Seichtwasserkarbonatvorkommen im Bereich des Wolfgangsees.....	95
4. Schlussfolgerungen und Ausblick.....	97
Dank.....	98
Literatur.....	99

Contents

Abstract.....	84
Zusammenfassung.....	85
1. Introduction, aims and geological overview.....	85
2. The shallow water carbonate platform evolution of the Drei Brüder.....	87
2.1. Microfacies and facies evolution.....	87
2.2. Stratigraphy.....	91
3. Discussion of results.....	91
3.1 Comparison with other occurrences of Late Jurassic shallow water carbonates in the area of Wolfgangsee.....	91
3.2. Comparison with occurrences of shallow water carbonates in the area of the Osterhorn Block.....	93
3.3. Comparison with the central Plassen carbonate platform in the Salzkammergut area.....	94
3.4. Source area reconstruction of the resediments and initial stage of the platform growth.....	94
3.5. Palaeogeography of the Late Jurassic shallow water carbonate occurrences in the Wolfgangsee area.....	95
4. Conclusions and outlook.....	97
Acknowledgements.....	98
References.....	99

Abstract

The locality Drei Brüder in the area of Wolfgangsee in the Austrian Salzkammergut represents the westernmost occurrence of Late Jurassic shallow-water limestones belonging to the Wolfgangsee carbonate platform as isolated part of the Plassen carbonate platform. The Late Jurassic succession starts with basal ooid-bearing resediments followed by slope sediments often with intercalated breccias; platform margin deposits with corals and stromatoporoids form the topmost parts. Taking into consideration the results from other localities at the Wolfgangsee (equivalent with Falkenstein, Lugberg, Bürgl) a Kimmeridgian age is assumed, whereas a Late Oxfordian age for the basal resediments can not completely be excluded as well as an Early Tithonian age for the reefal deposits at the top. The thickness of the whole Late Jurassic succession is approximately 250 m. From a palaeogeographical point of view, the occurrences of shallow-water carbonates in the Wolfgangsee area represent the northernmost localities of Late Jurassic shallow water

carbonates in the Northern Calcareous Alps (Plassen carbonate platform evolution). While most of the autochthonous occurrences of the main Plassen carbonate platform evolution are part of the Upper Tirolic Unit (e.g., Plassen, Rötstein, Krahstein, Rettenstein), these outcrops should belong to the Lower Tirolic Unit and represent therefore a special tectonical and palaeogeographical situation. Based on this peculiarity, common and controversial features with the occurrences of the central Plassen carbonate platform more to the south are worked out and discussed. Based on these results this independent shallow water platform is introduced as Wolfgangsee carbonate platform, an isolated platform evolution compared with the main Plassen carbonate in the Lower Tirolic tectonical unit. This platform prograded generally in southern directions towards the Tauglboden Basin. A topographic high, formed around the Middle/Late Oxfordian resp. the Oxfordian/Kimmeridgian boundary, must therefore be postulated to far to the north of this basin. This topographic high, introduced here as the Brunnwinkl Rise is interpreted to have formed along the nappe front during thrusting in the same way as

Trattberg Rise at the southern rim of the Tauglboden Basin.

Zusammenfassung

Die Drei Brüder als Teil der Wolfgangsee-Karbonatplattform stellen das westliche Vorkommen oberjurassischer Seichtwasserkarbonate der Plassen-Karbonatplattformentwicklung dar, die im Gebiet rund um den Wolfgangsee im österreichischen Salzkammergut auftreten. Die Ober-Jura Abfolge der Drei Brüder beginnt mit Ooid-führenden Resedimenten, gefolgt von z. T. brekziös ausgebildeten Hang-Sedimenten; Ablagerungen des Plattformrandes mit Korallen und Stromatoporen bilden den Top der Folge. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse von anderen Lokalitäten im Bereich des Wolfgangsees (Falkenstein, Lugberg, Bürgl) wird ein Kimmeridgium-Alter angenommen, wobei aber eventuell Ober-Oxfordium für Teile der basalen Resedimente bzw. tieferes Unter-Tithonium für den Top der Abfolge nicht ausgeschlossen werden können. Die Mächtigkeit dieser Abfolge beträgt ca. 250 m und entspricht damit der der anderen Vorkommen im Gebiet des Wolfgangsees. Paläogeographisch stellen die Ober-Jura Seichtwasserkarbonate am Wolfgangsee die nördlichsten Vorkommen der Plassen-Karbonatplattformentwicklung in den Nördlichen Kalkalpen dar. Während aber alle anderen Vorkommen der Plassen-Karbonatplattform paläogeographisch dem Hoch-Tirolikum angehören (z. B. Plassen, Rötelstein, Krahstein, Rettenstein), befindet sich die Wolfgangsee-Karbonatplattform heute am Nordrand des Tief-Tirolikums, was eine Sondersituation darstellt. Hierzu werden Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede zu den weiter im Süden liegenden Vorkommen der zentralen Plassen-Karbonatplattform herausgearbeitet und diskutiert.

Auf der Basis dieser Ergebnisse wird diese unabhängige, nördlich gelegene Seichtwasserkarbonatentwicklung als Wolfgangsee-Karbonatplattform als Teil der Plassen-Karbonatplattformentwicklung im Bereich des Tief-Tirolikums bezeichnet. Da diese Karbonatplattform in südliche Richtung zum Tauglboden Becken hin progradierte, ist eine Hochzone nördlich des Tauglboden-Beckens zu postulieren, die sich im Mittel-/Ober-Oxfordium bzw. Oxfordium/Kimmeridgium-Grenzbereich zu bilden begann. Die Entstehung dieser neu entdeckten topographischen Hochzone, für die der Name Brunnwinkl-Schwelle eingeführt wird, wird - äquivalent zur Trattberg-Schwelle am Südrand des Tauglboden-Beckens - als Deckenstirn am Nordrand des Tauglboden-Beckens interpretiert.

1. Einleitung, Zielsetzung und geologischer Rahmen

Für die Rekonstruktion der geodynamischen Entwicklung im späten Mittel- bis Ober-Jura bzw. der tieferen Unterkreide kommt neben der Sedimentationsgeschichte der mittel- bis oberjurassischen Radiolaritbecken auch der Entwicklungsgeschichte der oberjurassischen bis unterkretazischen Plassen-Karbonatplattform eine entscheidende Bedeutung zu.

Während viele bekannte Vorkommen der heute noch erhaltenen Plassen-Karbonatplattform, z. B. der Plassen, der Krahstein oder der Rötelstein, paläogeographisch im Bereich des Hoch-Tirolikums sensu FRISCH & GAWLICK (2003) liegen, befinden sich die Vorkommen im Bereich des Wolfgangsee-Gebietes paläogeographisch nördlich davon im Tief-Tirolikum (Abb. 1). Im Tief-Tirolikum treten Seichtwasserkarbonate am häufigsten resedimentiert als Barmsteinkalke in der Oberalm-Formation des Ober-Tithonium bis Unter-Berriasium auf (PLÖCHINGER 1974, STEIGER 1981, 1992, GAWLICK et al. 2005). Diese Barmsteinkalk-Schüttungen entwickeln sich unter einem raschen Umschlag von radiolaritischer zu karbonatischer Sedimentation durch den tektonischen Kollaps der Trattberg-Schwelle (GAWLICK et al. 2005, GAWLICK & SCHLAGINTWEIT 2006, GAWLICK et al. 2007, SCHLAGINTWEIT & GAWLICK 2007).

Neueste Untersuchungen haben gezeigt, dass es im Ober-Jura der Nördlichen Kalkalpen nicht eine einzige zusammenhängende Flachwasser-Karbonatplattform gab, sondern ein System mit verschiedenen Seichtwasser-Karbonatplattformen durchaus unterschiedlichen Altersumfanges und dazwischen liegenden „Radiolarit“-Becken (u. a. MISSONI et al. 2001, GAWLICK & FRISCH 2003, GAWLICK & SCHLAGINTWEIT 2006). So wie es für die verschiedenen Radiolaritbecken lithofazielle und stratigraphische Unterschiede gibt, trifft dies auch für die dazwischen befindlichen Flachwasserareale zu.

Bis heute noch weitgehend nicht untersuchte Vorkommen oberjurassischer Seichtwasserkarbonate liegen im Bereich des Wolfgangsees im nördlichen Salzkammergut (Abb. 1, Abb. 2). Es handelt sich dabei um die Vorkommen Bürgl (bzw. Bürglstein), Lugberg, Falkenstein und Drei Brüder (Abb. 2). Frühere stichprobenartige Untersuchungen dieser Vorkommen gehen auf LEISCHNER (1961a, b) und FENNINGER & HOLZER (1972) zurück, die erste Aussagen zu stratigraphischer Einstufung, mikrofazieller Charakteristik und Biogeninhalt erarbeitet haben (siehe auch PLÖCHINGER 1973). Modernere Untersuchungen von KÜGLER et al. (2003) skizzieren die Schichtfolge des Falkensteins am Nordufer des Wolfgangsees. Vom nordwestlichsten Vorkommen, den Drei Brüdern nordwestlich von St. Gilgen, fehlen diese Informationen praktisch vollständig.

In der vorliegenden Arbeit wird die Plassen-Karbonatplattformentwicklung der Drei Brüder im Bereich des Wolfgangsees in ihrer stratigraphisch-faziellen Entwicklung vorgestellt und mit den anderen, allerdings meist nur unvollständig in ihrer Entwicklung bekannten Vorkommen im Bereich nördlich des Wolfgangsees verglichen (Bürgl, Lugberg, Falkenstein). Für die Untersuchung der Ober-Jura Abfolge der Drei Brüder wurden mehr als 100 Dünnschliffe ausgewertet, die entlang von ausgewählten Profilabschnitten von der Basis bis zum Top die gesamte Schichtfolge erfasst haben (Abb. 3).

Das Belegmaterial wird an der Montanuniversität Leoben, Department für Angewandte Geowissenschaften und Geophysik, aufbewahrt.

Die Drei Brüder gehören heute, zusammen mit dem Falkenstein, dem Bürgl und dem Lugberg zu den am

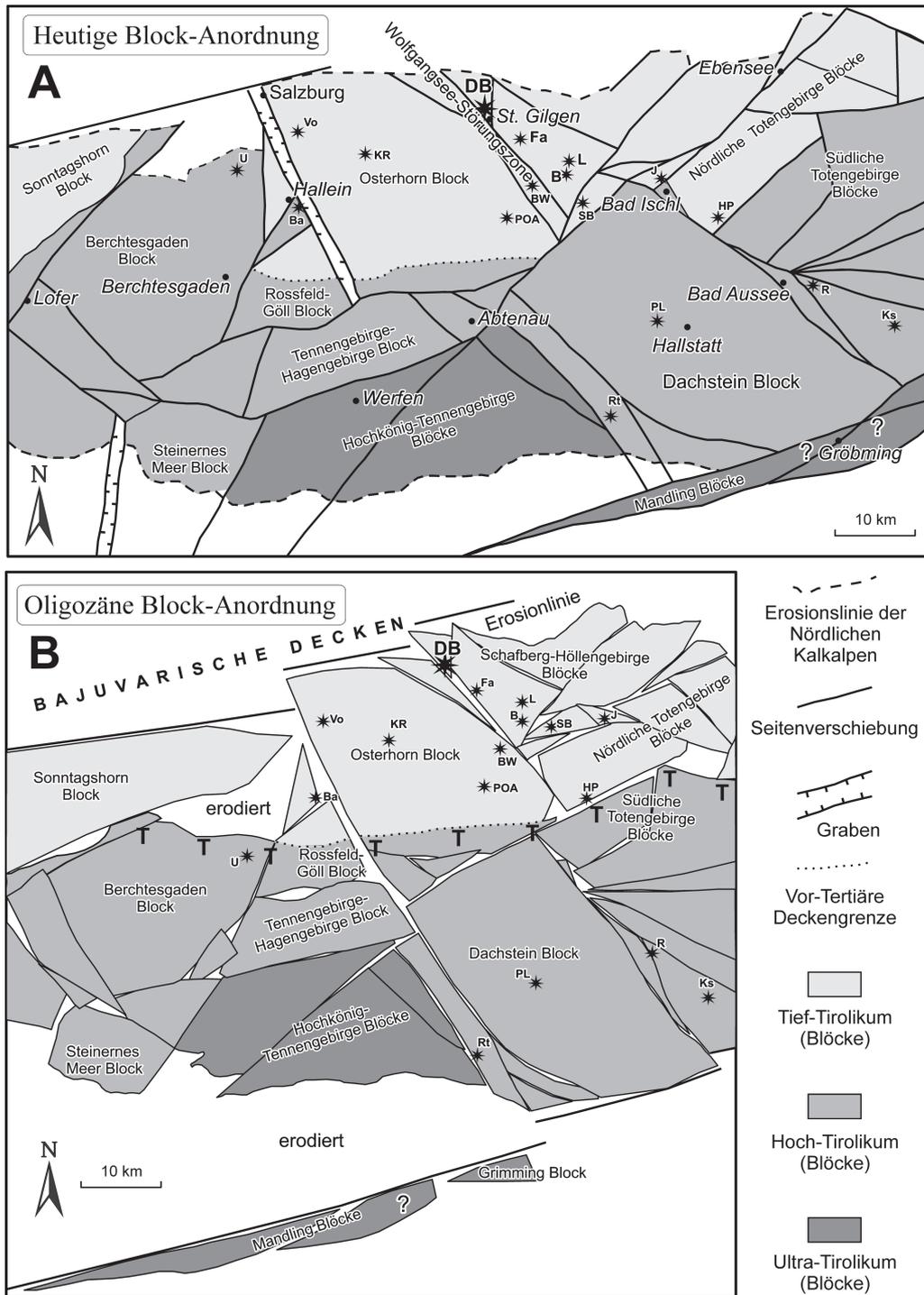


Abb. 1: A) Gegenwärtige tektonische Blockkonfiguration der zentralen Nördlichen Kalkalpen nach FRISCH & GAWLICK (2003) mit Lage der Vorkommen der oberjurassischen Plassen-Karbonatplattformentwicklung im Bereich des Wolfgangsees. B = Bürgl, DB = Drei Brüder, Fa = Falkenstein, L = Lugberg. Abkürzungen der weiteren, im Text erwähnten Lokalitäten: Ba = Barmsteine, BW = Bleckwand, HP = Höherstein-Plateau, J = Jainzen, KR = Krisp, Ks = Krahstein, POA = Postalm, PL = Plassen, R = Rötelstein, Rt = Rettenstein, SB = Brustwandkopf, U = Untersberg, Vo = Vollererhof. B) Vorkommen eingetragen in die von FRISCH & GAWLICK (2003) rekonstruierte Oligozäne Block-Konfiguration. T = Trattberg-Schwelle.

Fig. 1: A) Recent tectonic block configuration of the central Northern Calcareous Alps after FRISCH & GAWLICK (2003) and location of the Late Jurassic shallow water carbonate occurrences of the Plassen carbonate platform evolution in the Wolfgangsee area. B = Bürgl, DB = Drei Brüder, Fa = Falkenstein, L = Lugberg. Abbreviations of the other localities mentionend in the text: Ba = Barmsteine, BW = Bleckwand, HP = Höherstein-Plateau, J = Jainzen, KR = Krisp, Ks = Krahstein, POA = Postalm, PL = Plassen, R = Rötelstein, Rt = Rettenstein, SB = Brustwandkopf, U = Untersberg, Vo = Vollererhof. B) Occurences plotted into the Oligocene block reconstruction of FRISCH & GAWLICK (2003). T = Trattberg Rise.

weitesten nördlich gelegenen Lokalitäten der Plassen-Karbonatplattformentwicklung in den Nördlichen Kalkalpen. Die Abfolgen erreichen Mächtigkeiten von 200(250)-300 m und treten in einer rund 15 km langen und 3 km breiten NW-SE-streichenden Zone entlang dem Nordufer des Wolfgangsees auf (LEISCHNER 1961a, b, PLÖCHINGER 1964, 1973, FENNINGER & HOLZER 1972) (Abb. 2). Das südöstlichste Vorkommen bildet der Bürgl am Südostende des Wolfgangsees, das größte unter ihnen bildet der Lugberg nordöstlich vom Bürgl, gefolgt vom Falkenstein. Die Drei Brüder sind ein kleineres Vorkommen und werden aus den in etwa Süd-Nord verlaufenden drei Einzelgipfeln Plombergstein, Mitterstein und Obenauerstein gebildet. Letzterer ist mit 1027 m auch der höchste der drei Erhebungen. Morphologisch bilden die Drei Brüder abgerundete, überwiegend bewaldete Kuppen mit einem jeweils steilen westlichen und östlichen Felsabfall (Abb. 3, Abb. 4), welche Störungskontakte zur Umgebung darstellen.

faziell bedingt, obwohl auch die im allgemeinen eher schlechte Erhaltung auf Grund der Rekristallisation eine Rolle spielen dürfte. Zum einen ist die mikrofaziale Ausbildung der Plassen-Karbonatplattform der Drei Brüder durch eine weite Verbreitung von relativ fossilärmer Hang-Fazies gekennzeichnet. Zum anderen endet die Verflachungsabfolge des Profils der Plassen-Karbonatplattform mit externer Plattformfazies aller Wahrscheinlichkeit nach noch im Kimmeridgium (vgl. Kapitel 2.2). Die lagunären Abfolgen des Tithoniums, wie sie im Hoch-Tirolikum vom Plassen oder Rettenstein bei Filzmoos bekannt sind (vgl. SCHLAGINTWEIT et al. 2003, 2005, AUER et al. 2006, SCHLAGINTWEIT et al. 2006), konnten im Bereich der Drei Brüder nicht nachgewiesen werden. Insofern erklärt dies die extreme Seltenheit von Dasycladales und anderen Kalkalgen wie z. B. der „Porostromata“. Dasycladales sind nur durch vereinzelte Reste von *Salpingoporella pygmaea* (GÜMBEL 1891) vertreten, die sowohl in den basalen Resedimenten als auch den Riffschuttkalken erscheinen (Abb. 6.4).

2. Die Seichtwasser-Karbonatplattformentwicklung der Drei Brüder

Das Ober-Jura-Vorkommen der Drei Brüder ist durch ein sehr gering diversifiziertes mikropaläontologisches Spektrum charakterisiert, was die Benthosforaminiferen und noch mehr die Kalkalgen betrifft. Dies ist vor allem stratigraphisch-

2.1. Mikrofazies und Faziesentwicklung

In der geologischen Karte von PLÖCHINGER (1973) sind die genannten Vorkommen am Wolfgangsee als „sparitischer Plassenkalk“ ausgewiesen. Nach unseren Untersuchungen wird die Hauptmasse der Drei Brüder von Karbonaten der Hang- und der Plattformrand-Fazies (mit Gerüstbildnern)

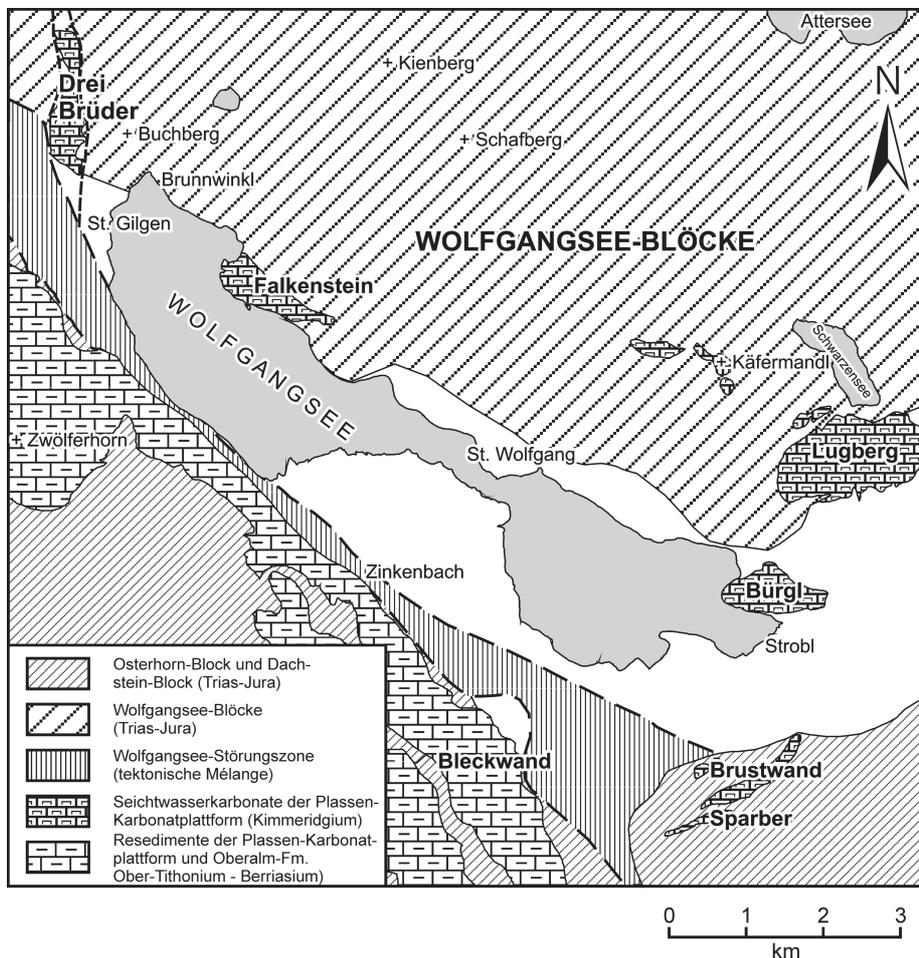


Abb. 2: Vereinfachte geologisch-tektonische Übersichtskarte des Wolfgangseegebietes auf der Basis von PLÖCHINGER (1973) und Lage der Vorkommen der Ober-Jura Plassenkarbonatplattformentwicklung nördlich der Wolfgangseestörungszone: Bürgl, Drei Brüder, Falkenstein, Lugberg. Tektonische Blockgliederung auf der Basis von FRISCH & GAWLICK (2003).

Fig. 2: Simplified geologic-tectonic map of the area of Wolfgangsee based on PLÖCHINGER (1973), and location of the occurrences of the Late Jurassic Plassen carbonate platform evolution north of the Wolfgangsee fault zone: Bürgl, Drei Brüder, Falkenstein, Lugberg. Tectonical block configuration based on FRISCH & GAWLICK (2003).

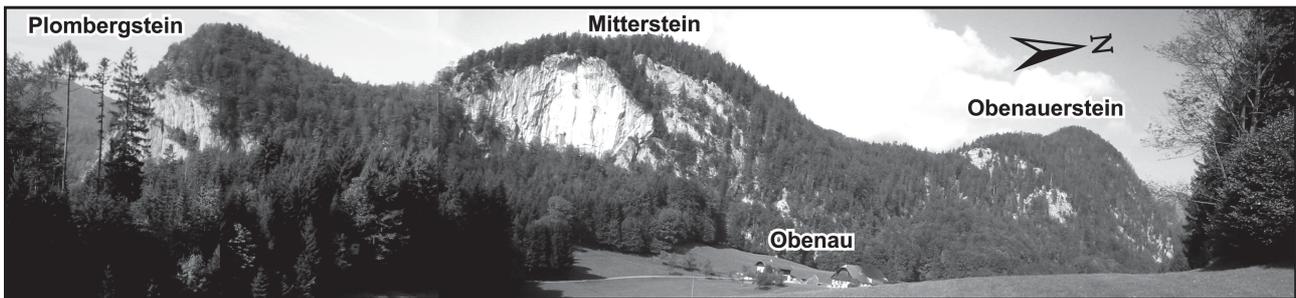


Abb. 4: Blick von Osten auf die Drei Brüder.

Fig. 4: View from the east towards the Drei Brüder.

Entwicklung treten im Übrigen auch am Bürgl und am Lugberg auf, wobei sie dort auch Trias-Extraklasten führen, was ihren Resedimentcharakter betont. Stark umkristallisierte Lithologien mit vielen jungen Kalzitklüften dominieren, was auf tektonische Beanspruchung hinweist. Mikrobielle Krusten treten in den höheren Anteilen zusammen mit Korallenresten (überwiegend *Microsoleniden*), Kalkschwämmen und Mikroproblematika wie „*Tubiphytes*“ *morroneis* CRESCENTI 1969 oder *Radiomura cautica* SENOWBARI-DARYAN & SCHÄFER 1979 auf (Abb. 5.6-5.8). Diese Vorriff-Fazies bzw. eine korallenreiche Schuttfazies bilden den Abschluß der Karbonatabfolge.

Insgesamt kann für die Schichtfolge der Drei Brüder eine Verflachungsabfolge abgeleitet werden, die sich aus Beckensedimenten herausentwickelt. Die Resedimente mit Extraklasten an der Basis der Abfolge weisen darauf hin,

dass die Verflachung tektonisch bedingt war. Die häufig auftretenden Hangbrekzien könnten durch synsedimentäre tektonische Prozesse mit einem relativ steilen Hanggradienten bedingt sein. Das Ende der aufgeschlossenen Profilfolge bilden Sedimente des Plattformrandes, lagunäre Bildungen fehlen im Bereich der Drei Brüder bzw. sind nicht mehr erhalten.

Benthosforaminiferen, von denen lediglich *Protopenneroplis striata* WEYNSCHENK 1950 (Abb. 6.3) und *Labyrinthina mirabilis* WEYNSCHENK 1951 (Abb. 6.1) hervorzuheben sind, sind selten anzutreffen. Erstere ist die am häufigste Art, während letztere vor allem für die stratigraphische Einstufung bedeutsam ist (vgl. Kapitel 2.2.). Beide Arten bilden eine typische Vergesellschaftung im Bereich höherenergetischer externer Plattformbereiche (z. B. Ooid-Barren), von wo sie in den Bereich des Plattformhanges

Abb. 5: Charakteristische Mikrofaziesentwicklung zur Schichtfolge der Drei Brüder.

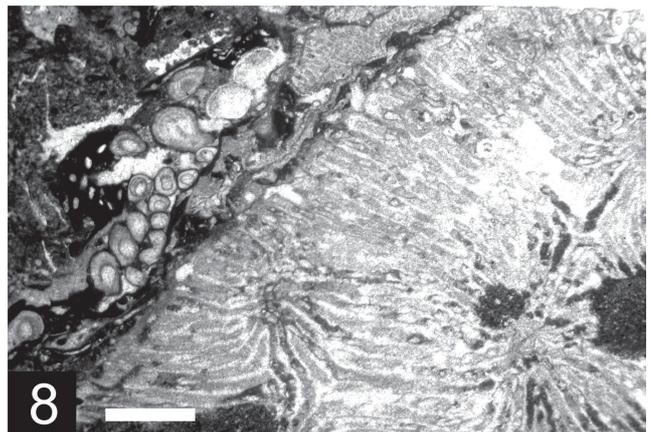
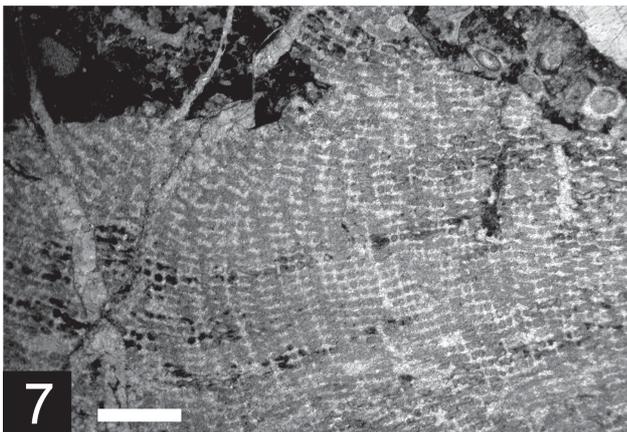
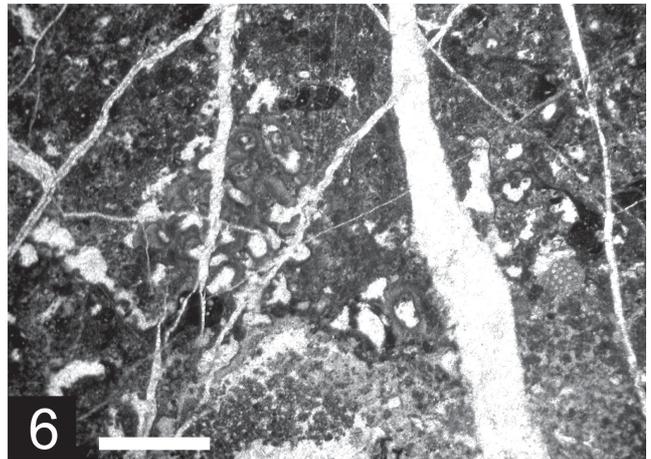
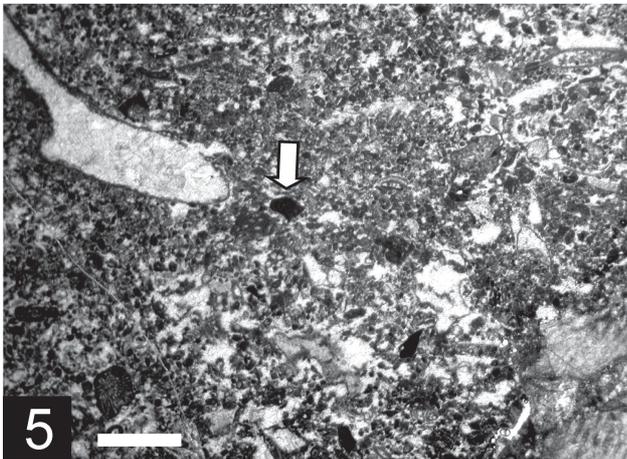
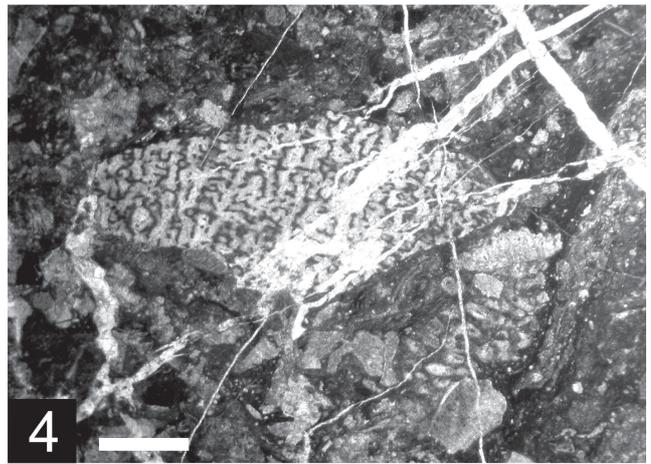
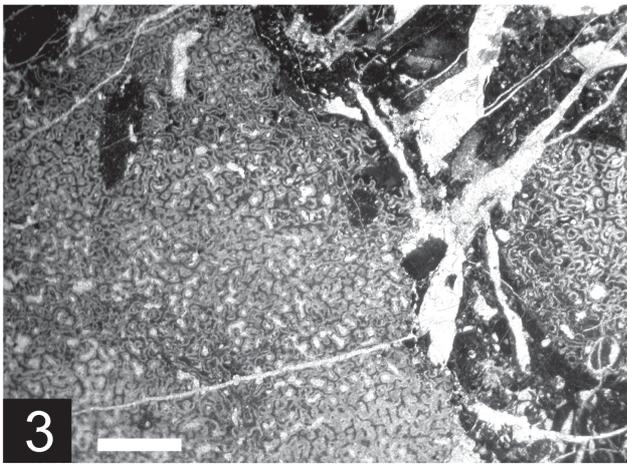
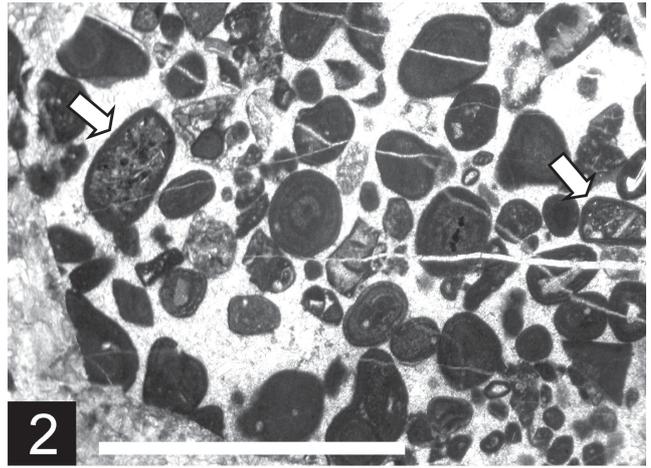
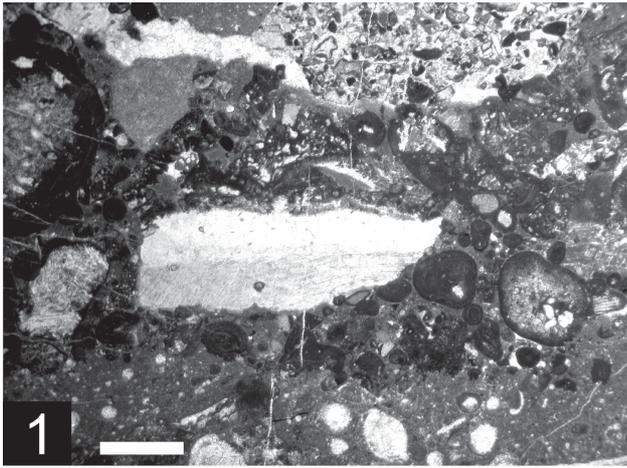
Maßstab = 2 mm.

- 1) Extraklast der basalen Resedimente: Lagunärer Dachsteinkalk mit Involutiniden (Bild unten) wird erosiv-sedimentär von einer mehrphasigen Ober-Jura-Schüttung mit Flachwasserbiogenen überlagert. Details und weitere Erklärung siehe Abb. 7. Probe E 625.
- 2) Ooid-reiche Schüttung mit Extraklasten (Pfeile). Probe E 624.
- 3) „Stromatoporoiden“ wie *Actinostromina grossa* (GERMOVŠEK 1954) aus den basalen Resedimenten. Probe E 628.
- 4) Hangfuss-Brekzie mit Resten von *Sphaeractinia* sp. Probe E 637.
- 5) Fein-bioklastische Hang-Fazies u.a. mit „*Tubiphytes*“ *morroneis* CRESCENTI 1969. Probe E 514.
- 6) Mikrobolitische Vorriff-Fazies mit dem Mikroproblematikum *Radiomura cautica* SENOWBARI-DARYAN & SCHÄFER 1979 fixiert an ein Schwammenskelett. Probe E 511.
- 7) Schutt-Fazies mit mikrosolenider Koralle. Probe E 656.
- 8) Koralle umkrustet von Serpuliden und „*Tubiphytes*“ *morroneis* CRESCENTI 1969. Probe E 515.

Fig. 5: Characteristic microfacies development of the sedimentary succession of the Drei Brüder.

Scale bars = 2 mm.

- 1) Extraclast of basal resediments: lagoonal Dachstein Limestone with involutinid foraminifera (below), overlain erosive-sedimentarily by polyphase Late Jurassic resediments with shallow-water biota. Further details and explanation see Fig. 7. Sample E 625.
- 2) Resediment rich in ooids and extraclasts (arrows). Sample E 624.
- 3) „Stromatoporoids“, e.g. *Actinostromina grossa* (GERMOVŠEK, 1954) from the basal resediments. Sample E 628.
- 4) Slope-of-toe breccia with debris of *Sphaeractinia* sp. Sample E 637.
- 5) Fine bioclastic slope facies with „*Tubiphytes*“ *morroneis* CRESCENTI, 1969. Sample E 514.
- 6) Microbolic fore-reef facies with mikroproblematikum *Radiomura cautica* SENOWBARI-DARYAN & SCHÄFER, 1979, fixed to a sponge skeleton. Sample E 511.
- 7) Debris facies with microsolenid coral. Sample E 656.
- 8) Coral showing encrustations with serpulids and „*Tubiphytes*“ *morroneis* CRESCENTI, 1969. Sample E 515.



transportiert werden können oder aber auch in Plattform-resedimenten am Hangfuß oder bis in das Becken auftreten (MISSONI et al. 2001). Eine weitere Benthosforaminifere, die zusammen mit *Protopeneroplis* und *Labyrinthina* auftreten kann, ist *Mohlerina basiliensis* (MOHLER 1938) (Abb. 6.6). Mikroproblematika finden sich vor allem in der Vorriff-Fazies zusammen mit mikrobiellen Krusten. Am häufigsten tritt „*Tubiphytes*“ *morroneis* CRESCENTI 1969 auf, gefolgt von *Radiomura cautica* SENOWBARI-DARYAN & SCHÄFER 1979 (Abb. 6.2). Innerhalb der Mikrolithkrusten treten unregelmäßig gelappte tubuläre Strukturen auf, die biogenen Ursprungs sein dürften, allerdings von Organismen, die kein überlieferungsfähiges Exoskelett ausbildeten (Abb. 6.7). Vergleichsweise häufig finden sich in den untersuchten Dünnschliffen Reste von Korallen, „Stromatoporoiden“ und Chaetetiden wie *Pseudoseptifer spengleri* (HERITSCH 1921) (Abb. 6.8).

2.2. Stratigraphie

Eine exakte biostratigraphische Einstufung der Resediment-Abfolge der Seichtwasser-Karbonatplattformentwicklung der Drei Brüder anhand von deren Unterlagerung ist in diesem Bereich nicht möglich, da sie entweder unter quartärer Bedeckung verborgen bzw. im Südteil tektonisch amputiert ist.

Im unmittelbaren Bereich der Drei Brüder wurden in den untersuchten Proben keine biostratigraphisch bedeutsamen Mikrofossilien gefunden. In Resedimenten (Proben E 628 bis E 630) am Südhang des Buchberges (vgl. Abb. 3), tritt die Benthosforaminifere *Labyrinthina mirabilis* WEYNSCHENK 1951 auf. Nach BASSOULLET (1997) hat diese Art eine Verbreitung vom Ober-Oxfordium bis Kimmeridgium (ggf. tiefstes Unter-Tithonium). In den Nördlichen Kalkalpen wurden aber autochthone Flachwasserkarbonate mit

Labyrinthinen bislang nur im höheren Kimmeridgium festgestellt (vgl. SCHLAGINTWEIT et al. 2005). Allerdings tritt *Labyrinthina mirabilis* WEYNSCHENK 1951 nach eigenen Beobachtungen auch in Resedimenten (Calciturbiditen, Mass-flow Ablagerungen) im Übergangsbereich von der Becken-Fazies zur eigentlichen Plassen-Karbonatplattform auf, wie zum Beispiel am Rettenstein bei Filzmoos (AUER et al. 2006a). Diese Ablagerungen müssen daher älter sein (? tieferes Kimmeridgium, ?Ober-Oxfordium). Am Lugberg wurde in den basalen Resedimenten neben *Labyrinthina mirabilis* WEYNSCHENK 1951 auch „*Kilianina*“ *rahonensis* FOURY & VINCENT 1967 angetroffen, was wiederum für ein Kimmeridgium-Alter spricht (vgl. BASSOULLET 1997). Mit dem Kimmeridgium-Alter bereits für die Basis der Abfolgen, und mit dem Fehlen weiterer Altershinweise muss es am Wolfgangsee offen bleiben, ob und inwieweit die hangendsten Anteile in das Tithonium hineinreichen. Lagunäre Mikrofaziestypen, die in anderen Lokalitäten (z. B. Plassen, Rettenstein) erst im Tithonium erscheinen, fehlen aber bei allen bislang untersuchten Lokalitäten im Bereich des Wolfgangsees.

Ob sich allerdings die Karbonatplattformentwicklung im Bereich des Tief-Tirolikums in ihrer Entwicklung (stratigraphisch-faziell) deckungsgleich zu der zentralen Plassen-Karbonatplattform des Hoch-Tirolikums verhalten hat, ist noch unbekannt.

3. Diskussion der Ergebnisse

3.1. Vergleich mit anderen Vorkommen oberjurassischer Seichtwasserkarbonate im Bereich des Wolfgangsees

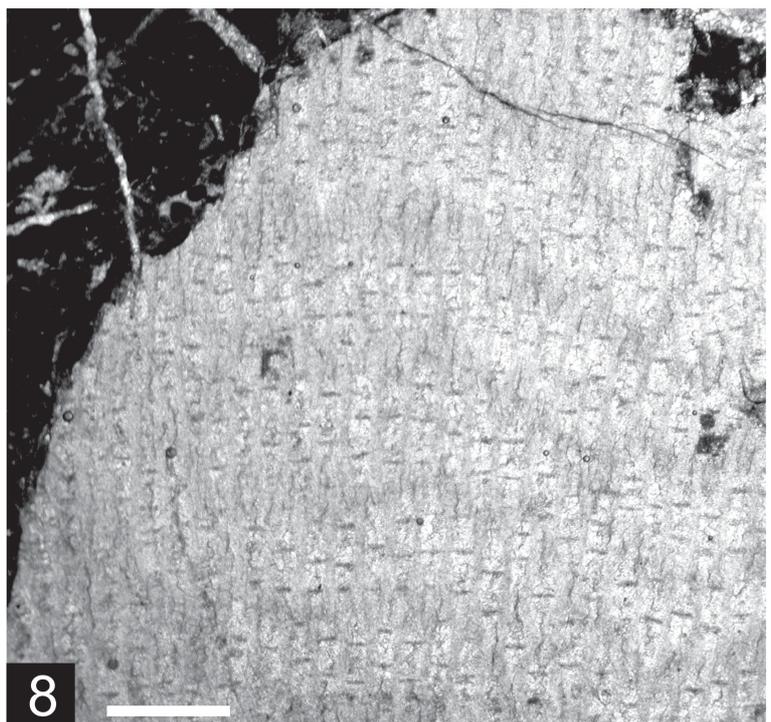
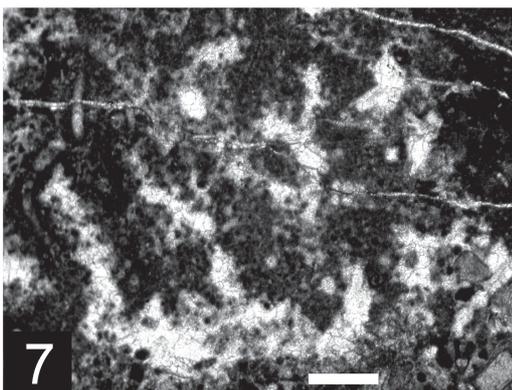
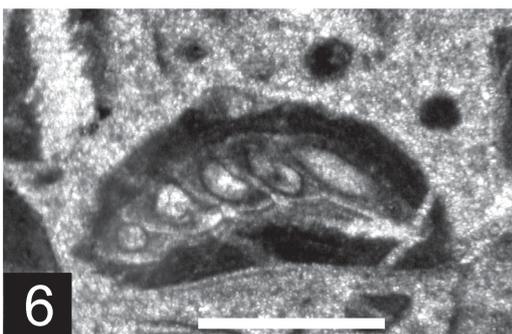
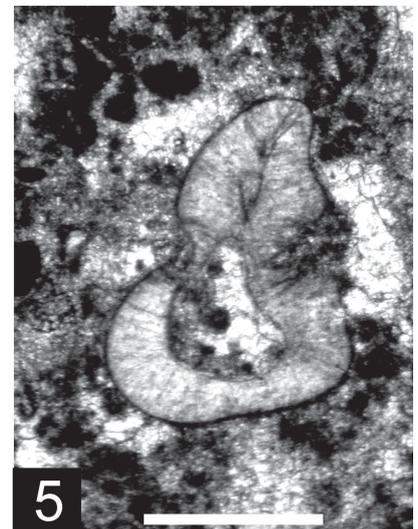
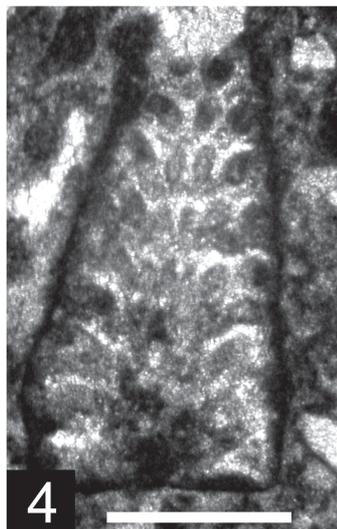
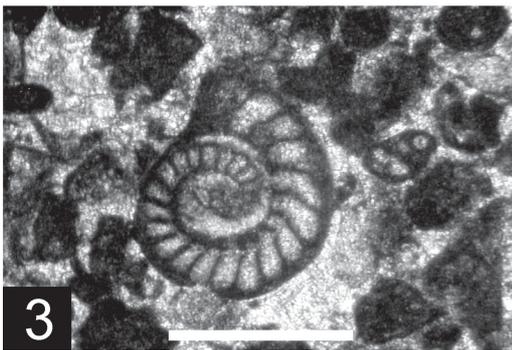
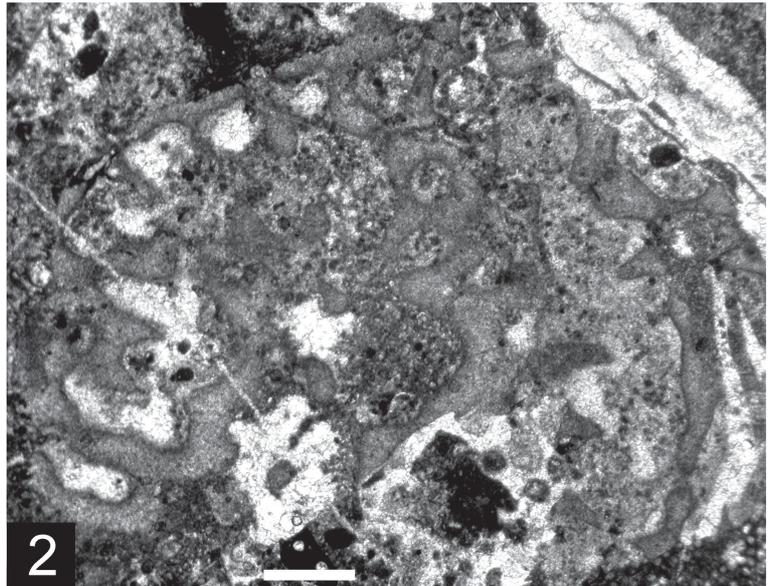
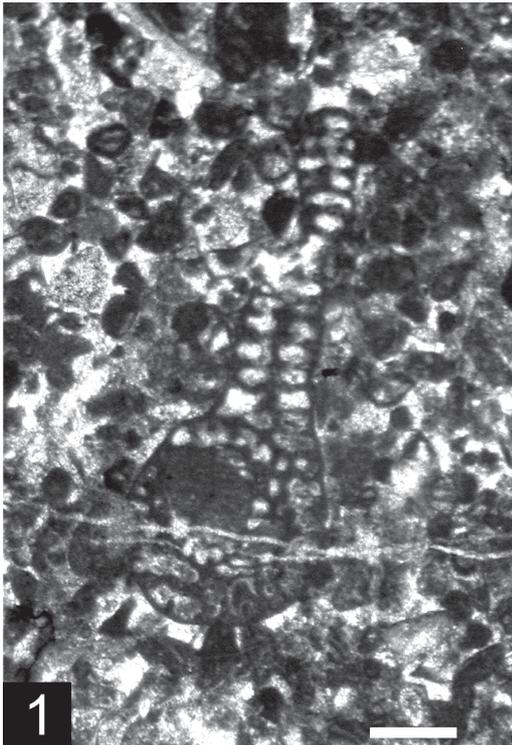
Die Vorkommen der Ober-Jura Seichtwasserkarbonate im

Abb. 6: Mikropaläontologie der Plassen-Karbonatplattformentwicklung der Drei Brüder. Maßstäbe: 1-7 = 0,5 mm, 8 = 1 mm.

- 1) Benthosforaminifere *Labyrinthina mirabilis* WEYNSCHENK 1951 mit entrolltem Adultteil. Probe E 629.
- 2) Mikroproblematikum *Radiomura cautica* SENOWBARI-DARYAN & SCHÄFER 1979. Probe E 649.
- 3) Benthosforaminifere *Protopeneroplis striata* WEYNSCHENK 1950. Probe E 630.
- 4) Dasycladale *Salpingoporella pygmaea* (GÜMBEL 1891). Probe E 628.
- 5) Mikroproblematikum *Carpathocancer triangulatus* (MISIK, SOTAK & ZIEGLER 1999), neu interpretiert als Crustaceen-Anhänge (SCHLAGINTWEIT et al. 2007). Probe E 649.
- 6) Benthosforaminifere *Mohlerina basiliensis* (MOHLER 1938), Probe E 505.
- 7) Unbekannte irregulär-tubenförmige Organismen in fein-peloidaler Mikrolithkruste. Probe E 515.
- 8) Chaetetide *Pseudoseptifer spengleri* (HERITSCH 1921). Probe E 635.

Fig. 6: Micropalaeontology of the Plassen carbonate platform sediments of the Drei Brüder. Scale bars. 1-7 = 0.5 mm, 8 = 1 mm.

- 1) Benthonic foraminifer *Labyrinthina mirabilis* WEYNSCHENK, 1951 with enrolled adult part. Sample E 629.
- 2) Microproblematicum *Radiomura cautica* SENOWBARI-DARYAN & SCHÄFER, 1979. Sample E 649.
- 3) Benthonic foraminifer *Protopeneroplis striata* WEYNSCHENK, 1950. Sample E 630.
- 4) Dasycladale *Salpingoporella pygmaea* (GÜMBEL, 1891). Sample E 628.
- 5) Microproblematicum *Carpathocancer triangulatus* (MISIK, SOTAK & ZIEGLER, 1999), taxonomic re-interpretation as decapod crustacean appendages (SCHLAGINTWEIT et al. 2007). Sample E 649.
- 6) Benthonic foraminifer *Mohlerina basiliensis* (MOHLER, 1938). Sample E 505.
- 7) Unknown irregular tubular organisms within fine-peloidal microbolithic crust. Sample E 515.
- 8) Chaetetid *Pseudoseptifer spengleri* (HERITSCH, 1921). Sample E 635.



Bereich des Wolfgangsees nördlich der Wolfgangsee-Störungszone (PLÖCHINGER 1973, Abb. 1, Abb. 2), die den westlich und südlich davon gelegenen Osterhorn-Block mit den im Ober-Tithonium bis Unter-Berriasium häufigen Barmsteinkalken in der Oberalm-Formation tektonisch abtrennt, sind offenbar meist als Progradationsabfolgen über Radiolarit-führenden Abfolgen ausgebildet. Auch die Drei Brüder am Westende des Wolfgangsees zeigen eine, wenn auch an der Basis nur unvollständige, progradierende Schichtfolge in Hang-Fazies. Allen Vorkommen im Bereich des Wolfgangsees ist zudem gemeinsam, dass an der Basis der Ober-Jura Seichtwasserkarbonatabfolge Resedimente mit älteren Klasten (u. a. auch Ober-Trias), Ober-Jura Flachwasserkomponenten und/oder Ooid-reiche Schüttungen auftreten. Diese Resedimente mit älteren Klasten wurden am Falkenstein, den Drei Brüdern, dem Lugberg und am Bürgl festgestellt. Die größten Mächtigkeiten der basalen Resedimente mit älteren Klasten weist der Bürgl auf. Die Auswertung zusätzlich genommener Proben vom Falkenstein (vgl. KÜGLER et al. 2003) lassen allerdings Zweifel an der in situ Bildung der Seichtwasserkarbonate dieses Vorkommens aufkommen. Denn der häufige Fazieswechsel in den profilmäßig entnommenen Proben und die in mehreren unterschiedlichen Bereichen auftretenden ooidreichen Varietäten mit Labyrinthinen sprechen mehr für eine progradierende Abfolge, d. h. einen Resediment-Charakter der gesamten Ober-Jura Abfolge des Falkensteins. Berücksichtigt man die paläogeographische Lage der Vorkommen am Wolfgangsee am Nordrand des Tauglboden-Beckens, so läßt dies auf ein generell nördlich gelegenes Liefergebiet der Resedimente und Ooide schließen (vgl. Kapitel 3.3.). Eine weitere Gemeinsamkeit aller Vorkommen im Bereich des Wolfgangsees ist, dass sie sich als Verflachungsabfolgen entwickeln, die mit Plattformrandsedimenten enden, wobei lagunäre Ablagerungen fehlen (bzw. eventuell bereits erodiert sind). Die mikrofazial-sedimentologische Gleichartigkeit der Abfolgen bei allen Vorkommen lässt darüber hinaus eine Altersgleichheit aller Vorkommen vermuten. Auch sind an Hand der biostratigraphischen Kriterien für die Ober-Jura-Seichtwasserkarbonate zumindest keine Altersunterschiede feststellbar. Auch die abgeschätzten Mächtigkeiten aller Vorkommen liegen mit 200 bis 300 m in vergleichbarer Größenordnung. Anhand dieser Gemeinsamkeiten ist daher von einer zusammenhängenden geotektonisch-paläogeographischen Entwicklung auszugehen, die sich am besten interpretieren lässt, wenn man diese Vorkommen einer gemeinsamen, eigenständigen Karbonatplattformentwicklung zuordnet.

3.2. Vergleich mit Vorkommen oberjurassischer Seichtwasserkarbonate im Bereich der Osterhorngruppe

Während nördlich bzw. östlich der Wolfgangsee-Störungszone (Abb. 2) progradierende Seichtwasserkarbonate des (?Ober-Oxfordium) Kimmeridgium bis ?tieferen Tithonium auftreten, die sich über geringmächtigen Radiolariten des Oxfordium (KÜGLER et al. 2003) und verschiedenen dunkelgrauen kieseligen Sedimenten mit polymikten Brekzienlagen (Tauglboden-Formation) entwickeln, treten südlich der

Wolfgangsee-Störungszone im Bereich des nördlichen Osterhorn-Blockes (Abb. 1, Abb. 2) im Oxfordium bis Unter-Kimmeridgium einerseits geringmächtige Kieselsedimente der Tauglboden-Formation auf (östlich Krispl - vgl. DIERSCHKE 1980, GAWLICK 2000) und andererseits entwickelt sich bereits in der „Radiolarit-Zeit“ in weiten Bereichen des nordwestlichen Osterhorn-Blockes eine Rotkalkschwelle, die sich im höheren Ober-Jura verbreitert (DIERSCHKE 1980). Der Umschlag von kieselig zu karbonatischer Sedimentation (Oberalm-Formation mit Barmsteinkalken) erfolgt in der Osterhorngruppe generell aber im Grenzbereich Unter-/Ober-Tithonium (GAWLICK et al. 1999a), im Bereich der nordöstlichen Osterhorngruppe vielleicht auch etwas früher (Ammonitenfunde westlich der Bleckwand - PLÖCHINGER 1973; vgl. Abb. 2). Die hier auftretenden Biomikrite der Oberalm-Formation des Tithonium bis Berriasium zeigen im Bereich des nördlichen Osterhorn-Blockes wiederholt mächtige Einlagerungen von Barmsteinkalken, d. h. resedimentierten Flachwasserkarbonaten, die an der Bleckwand im nordöstlichen Osterhorn-Block von STEIGER (1992) fazial und stratigraphisch untersucht wurden. Diese Barmsteinkalke entsprechen in ihrer Komponentenzusammensetzung weitgehend den Barmsteinkalken der Typlokalität unmittelbar westlich des Osterhorn-Blockes (GAWLICK et al. 2005) und denen im Süd-Teil des Osterhorn-Blockes (FENNINGER 1972, STEIGER 1981). Auch die Oberalm-Formation mit eingeschalteten Barmsteinkalken im nordwestlichen Bereich des Osterhorn-Blockes, im Hangenden von geringmächtigen Radiolariten oder sich daraus entwickelnden kieseligen Rotkalken (z. B. in der Glasenbachklamm - DIERSCHKE 1980 oder im Gebiet Vollererhof-Gimpl - DIERSCHKE 1980, eigene unveröffentlichte Daten) sind in das höhere Tithonium bzw. tiefere Berriasium zu stellen.

Alle im Bereich des tirolischen Osterhorn-Blockes auftretenden Seichtwasserkarbonate der Plassen-Karbonatplattformentwicklung sind als Resedimente, d. h. Barmsteinkalke, innerhalb der hemipelagischen Biomikrite der Oberalm-Formation anzusprechen (vgl. STEIGER 1981, 1992). Ihre Altersstellung ist auf Grund von Calpionellen Ober-Tithonium bis Unter-Berriasium und damit wesentlich jünger als die autochthonen Seichtwasserkarbonate nördlich der Wolfgangsee-Störungszone. Die Barmsteinkalke wurden generell von Süden, d. h. von der vom Mittel-Tithonium an zerbrechenden Trattberg-Schwelle nach Norden in das Tauglboden-Becken, geschüttet.

STEIGER (1981, 1992) rekonstruiert auf Grund von Schüttungsrichtungsanalysen an den oberjurassischen allodapischen Kalken (Barmsteinkalke i. w. S.) der Osterhorngruppe allerdings auch eine Herkunft dieser Seichtwasserkarbonat-Schüttungen aus nördlicher bzw. nordwestlicher Richtung, wobei er den heute in dieser geographischen Position gelegenen Untersberg als Liefergebiet dieser Seichtwasserkarbonate annimmt. Auf Grund eigener Untersuchungen gehört der Untersberg aber zur Trattberg-Schwelle (FRISCH & GAWLICK 2003). Beobachtungen im nördlichen Osterhorn-Block unterstützen dagegen die Rekonstruktion von STEIGER (1992) mit aus nördlicher Richtung geschütteten Seichtwasserkarbonaten (z. B. östlich von Krispl, nördliche Postalm). Auch der im Nordteil des Tauglboden-Beckens zeitlich etwas früher einsetzende Sedimentationsumschwung von radiolaritischer/kieseliger zu karbonatischer

Sedimentation (vgl. PLÖCHINGER 1973, GAWLICK et al. 1999a) sehen wir als Hinweis auf die Existenz einer paläogeographisch eigenständigen Seichtwasserkarbonatentwicklung im Norden.

3.3. Vergleich mit der zentralen Plassen-Karbonatplattform des Salzkammerguts

Entwicklung der Schichtfolge

Die Entwicklung der Schichtfolge der Seichtwasserkarbonate im Bereich des Wolfgangsees als Progradationsabfolge läßt sich gut mit der generellen Entwicklung vergleichen, wie sie im zentralen Salzkammergut im Hoch-Tirolikum, d. h. im Bereich der zentralen Plassen-Karbonatplattform, auftritt. Allerdings ist die gesamte Verflachungsabfolge im Bereich des Wolfgangsees nicht mehr vollständig erhalten und endet mit Ablagerungen des Plattformrandes. Die Mächtigkeiten der Seichtwasserkarbonate, die hier im Tief-Tirolikum bei 200-300 m liegen und stratigraphisch wahrscheinlich das gesamte Kimmeridgium umfassen, haben eine vergleichbare Größenordnung wie die Progradationsabfolgen des Kimmeridgiums im Hoch-Tirolikum (vgl. SCHLAGINTWEIT et al. 2003, 2005, GAWLICK et al. 2004, AUER et al. 2006). In beiden Fällen entwickeln sich die Seichtwasserkarbonate über radiolaritischen Schichtfolgen des Callovium bis Oxfordium bzw. Oxfordium/Kimmeridgium-Grenzbereiches. Während sich die Vorkommen am Wolfgangsee über geringmächtigen Radiolariten der Tauglboden-Formation mit polymikten Brekzienlagen (KÜGLER et al. 2003) entwickeln, progradieren aber die Seichtwasserkarbonate der zentralen Plassen-Karbonatplattform über Radiolariten und kieseligen Abfolgen des Callovium bis Oxfordium mit polymikten Brekzienlagen, deren Komponentenmaterial aus dem Hallstätter Faziesbereich herzuweisen ist (GAWLICK 1996, 2000, GAWLICK & FRISCH 2003). Da auch im Hoch-Tirolikum regional geringfügig unterschiedliche Entwicklungen in der Gesamtabfolge festzustellen sind (vgl. SCHLAGINTWEIT et al. 2003, 2005, GAWLICK et al. 2004, AUER et al. 2006), sind die generellen Tendenzen in der Sedimentationsgeschichte beider Karbonatplattformbereiche praktisch nicht voneinander zu unterscheiden. Nur wenn man auch die unterlagernden Serien der Seichtwasserkarbonatentwicklungen in den Vergleich miteinbezieht, sind Unterschiede feststellbar. Die Unterschiede liegen im Komponentenbestand der unterlagernden polymikten Brekzienkörper. Die Unterlagerung der Seichtwasserkarbonatentwicklung ist aber im Bereich des Wolfgangsees nicht immer aufgeschlossen, da sie entweder von Jungsedimenten bedeckt oder tektonisch amputiert ist.

Seltene Ober-Trias Extraklasten mit auflagernden Ober-Jura Seichtwasserkarbonaten (vgl. Abb. 7) belegen, daß diese von einem Hochgebiet stammen, auf dem die Ober-Jura Seichtwasserkarbonate dem Dachsteinkalk erosiv auflagerten. Wahrscheinlich stammen diese Komponenten von einem oberjurassischen Karbonatplattformrand.

Mikrofazies, Fauna und Flora

Die mikrofazielle Charakteristik der Seichtwasserkarbonate im Bereich des Wolfgangsees zeigt, besonders in Art und Häufigkeit der auftretenden Biogene, einige Besonderheiten neben der generellen Faunen-/Floren-Verarmung in der Gesamtschichtfolge.

Ein wichtiger Unterschied im Vergleich zur zentralen Plassenkarbonatplattform im Bereich des Hoch-Tirolikums sind Ooid-führende Resedimente mit *Labyrinthina mirabilis* WEYNSCHENK 1951 und *Protopenneroplis striata* WEYNSCHENK 1950 im unteren Abschnitt der Abfolge, die im Bereich des Wolfgangsees zusätzlich häufig Trias-Extraklasten führen (Abb. 7). Diese fehlen z. B. am Plassen oder am Krahstein. Die generelle mikrofaunistische/floristische Verarmung im Vergleich zum locus typicus des Plassen hat aufgrund der Unvollständigkeit der Abfolge sicher stratigraphisch-fazielle Gründe. Die reiche Kalkalgenflora des Plassen, vor allem in den stratigraphisch höheren lagunären Anteilen (vgl. SCHLAGINTWEIT et al. 2005), fehlt im Bereich der Wolfgangsee-Vorkommen. Aber auch innerhalb vergleichbarer Faziesbereiche sind diesbezügliche Unterschiede festzustellen. So sind Kalkalgen (im wesentlichen Dasycladales) in den rezifalen Plattformrandablagerungen der zentralen Plassen-Karbonatplattform deutlich häufiger anzutreffen. In den Vorkommen am Wolfgangsee sind diese jedoch wesentlich seltener und finden sich dort häufig auch in den basalen Resedimenten. Ein weiteres Charakteristikum dieser Resedimente sind die umgelagerten „Stromatoporoiden“, insbesondere aus der Gruppe der Ellipsactiniden.

Insgesamt ist die Entwicklung der Abfolge der Wolfgangsee-Karbonatplattform (u. a. Drei Brüder oder auch Lugberg) aber sowohl in ihrem stratigraphischen Umfang als auch in ihrer allgemeinen Faziesentwicklung gut mit den Vorkommen der zentralen Plassen-Karbonatplattform (u. a. Krahstein) vergleichbar. In der Ausbildung der Sedimente einzelner Faziesbereiche, wie z. B. der schuttreichen Plattformrandfazies sind mikrofazial und auch von den beteiligten Biogruppen und einzelnen Arten keine Unterschiede feststellbar. Mächtige lagunäre Abfolgen insbesondere der geschlossenen Lagune des Ober-Tithoniums wurden jedoch bislang nur am Plassen festgestellt.

3.4. Rekonstruktion des Herkunftsgebietes der Resedimente und Initialstadium der Seichtwasserkarbonatentwicklung

An der Basis der aufgeschlossenen Schichtfolge der Seichtwasserkarbonatentwicklung im Bereich des Wolfgangsees treten Resedimente mit Dachsteinkalkklasten und Ooid-führende Schüttungen auf, deren Sedimentation vermutlich in den Grenzbereich Oxfordium/Kimmeridgium zu stellen ist. Da im Südtail des Osterhorn-Blockes im Tauglboden-Becken, in diesem Zeitabschnitt keine polymikten Brekzien mit Resedimenten oberjurassischer Flachwasserkarbonate auftreten (vgl. GAWLICK et al. 1999a, b, GAWLICK 2000, GAWLICK et al. 2003, 2007), ist eine generelle Herkunft sowohl der Resedimente als auch der Ooide nur aus nördlicher Richtung die einzige Interpretationsmöglichkeit. Die poly-

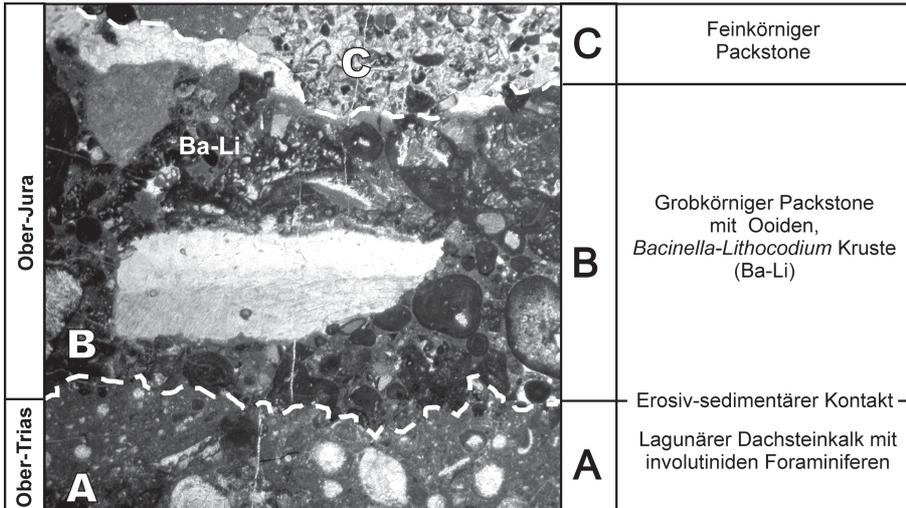


Abb. 7: Umgelagerte Ober-Trias-Klasten (lagunärer Dachsteinkalk) in den basalen Resedimenten der Drei Brüder, wie sie in derselben Form auch am Lugberg und dem Bürgl angetroffen wurden. Diese Klasten zeigen einen erosiv-sedimentären Kontakt zu Ober-Jura-Sedimenten entweder in Form von ooidreichen Grainstone-/Packstones (B) oder feinkörnigen Packstones (vermutlich der oberen Hang-Fazies) (C).

Fig. 8: Reworked clasts of Upper Triassic lagonnal Dachstein Limestone from the basal resediments of the Drei Brüder

occurring in an equivalent way at Lugberg and the Bürgl. These clasts display an erosive-sedimentary contact to Late Jurassic sediments either ooidal grain-/packstones (B) or fine-grained packstones (presumably upper slope facies) (C).

mikten Brekzienkörper am Falkenstein (KÜGLER et al. 2003) in Kieselmergeln der höheren Tauglboden-Formation i. w. S. (SCHLAGER & SCHLAGER 1973, DIERSCHKE 1980), die hier die geringmächtigen Radiolarite (PLÖCHINGER 1973) des Callovium bis Unter-Oxfordium (KÜGLER et al. 2003) überlagern, weisen auf eine beginnende tektonische Aktivität frühestens ab dem mittleren bis höheren Oxfordium hin. Zum Hangenden hin werden diese Resedimente karbonatreicher und führen neben Dachsteinkalk-/Oberrhätkalk-Klasten auch oberjurassische Flachwasserklasten. Auch Ooide bzw. Ooid-reiche Schüttungen mit oberjurassischen Flachwasserorganismen treten auf. Diese Sedimente könnten biostratigraphisch etwa in den Oxfordium/Kimmeridgium-Grenzbereich eingestuft werden. Darüber folgt dann im Bereich des Wolfgangsees die Entwicklung einer progradierenden Seichtwasserkarbonatplattform.

Aus dieser Entwicklung läßt sich für die Ober-Jura Sedimentation nördlich bzw. östlich der Wolfgangsee-Störungszone folgendes Szenario ableiten: Im Callovium bis Unter-Oxfordium sind im Ablagerungsraum ruhige Sedimentationsbedingungen durch geringmächtige Radiolarite belegt. Hinweise auf ein eventuell vorhandenes, bedeutendes Relief sind weder aus Unterschieden in den Radiolaritmächtigkeiten noch durch das Auftreten von Resedimenten ableitbar. Im mittleren/höheren Oxfordium erfolgt eine Umstellung des Ablagerungsraumes und Sedimentationsgeschehens mit dem Auftreten von ersten Brekzienlagen, die auf eine einsetzende Reliefbildung am Nordrand des Tauglboden-Beckens hinweisen. Die über diesen ersten Brekzienlagen folgenden Resedimente mit oberjurassischem Flachwassermaterial zeigen an, daß sich dort im Bereich des tektonisch ruhigen ehemaligen Tiefwasserablagerungsraumes des Callovium bis Oxfordium eine bis in die photische Zone aufsteigende Schwelle entwickelt. Von dieser nördlichen Schwelle ausgehend, über einem initialen Ooid-sandbarrenablagerungsbereich, bildet sich dann im Verlauf des Kimmeridgium eine in generell südliche Richtung progradierende Karbonatplattform. Der vorhandene Akkommodationsraum wird durch die Progradation der ungefähr

250-300 m Mächtigkeit erreichenden Verflachungsabfolge verfüllt.

Die sich vom mittleren/höheren Oxfordium an hebende Schwelle wird auf Grund der Lokalitäten mit den Brekzien bzw. Resedimenten (Nordwestende des Falkensteines bzw. Drei Brüder) nach dem in der Mitte zwischen diesen Vorkommen liegenden Ortsteil von St. Gilgen, Brunnwinkl, als Brunnwinkl-Schwelle bezeichnet (zur rekonstruierten Lage siehe Abb 9).

Das Aufsteigen dieser Schwelle beginnt im mittleren/höheren Oxfordium und wird angezeigt durch die ersten Brekzienschüttungen. Frühestens im höheren Oxfordium bzw. im Oxfordium/Kimmeridgium-Grenzbereich ist diese sich entwickelnde Schwellenregion dann bis in die photische Zone gehoben worden, was durch die einsetzende Seichtwasserkarbonatentwicklung belegt ist. Damit ist diese Schwelle in ihrer Entstehung zeitlich jünger als als die im Süden des Tauglboden-Beckens aufsteigende Trattberg-Schwelle, die sich im Unter-Oxfordium entwickelt (GAWLICK et al. 2007 - Tauglboden-Becken im zentralen Salzkammergut; GAWLICK & SUZUKI unveröffentlichte Daten für das Tauglboden Becken s. str.)

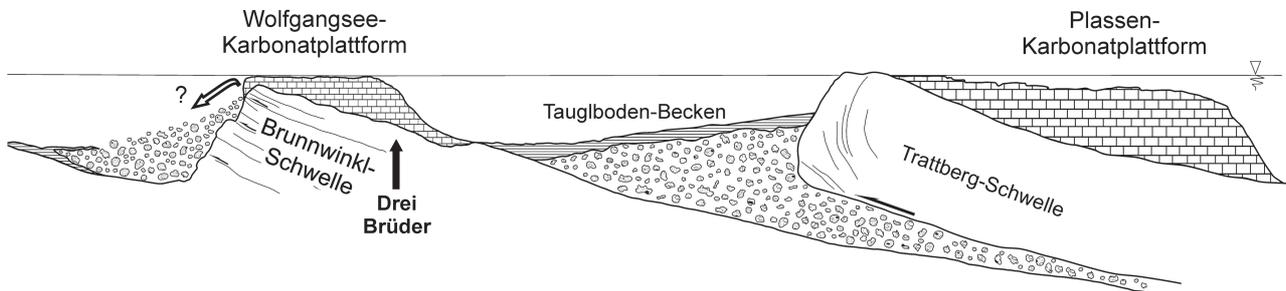
3.5. Paläogeographie der Ober-Jura Seichtwasserkarbonatvorkommen im Bereich des Wolfgangsees

Die verschiedenen im Bereich des Wolfgangsees auftretenden Ober-Jura-Seichtwasserkarbonate sind Teil einer weitgehend eigenständigen, paläogeographisch isolierten Karbonatplattformentwicklung im Bereich des nördlichen Tief-Tirolikums (Abb. 8). Diese bereits relativ früh (Ober-Oxfordium bzw. Unter-Kimmeridgium) einsetzende Seichtwasserkarbonatentwicklung sollte sich analog der zentralen Plassen-Karbonatplattform auf den höchsten Teilen einer sich hebenden Deckenstirn gebildet haben (Abb. 8), die allerdings heute aus tektonischen Gründen nicht mehr erhalten ist, deren Existenz aber aus den von ihr nach Süden

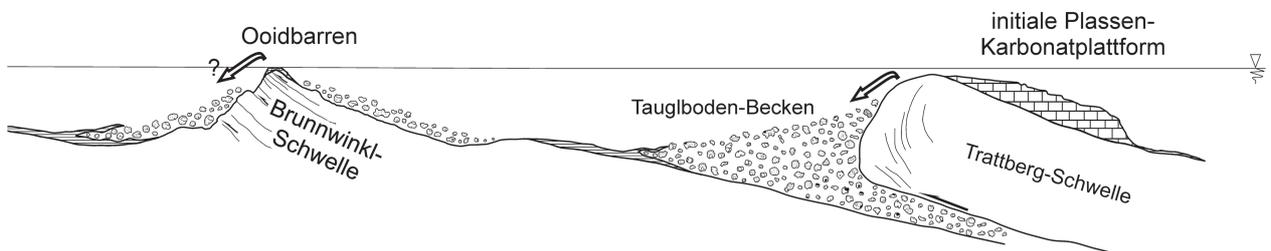
geschütteten auftretenden polymikten Brekzien im Hangenden der Radiolarite und den resedimentierten Flachwasserkarbonaten abgeleitet werden kann. Da im Bereich des südlich angrenzenden, eigentlichen Tauglboden-Beckens die nördlich im Gebiet des Wolfgangsees angetroffenen Ooid-reichen und Ober-Trias-Karbonatklasten (Dachsteinkalk/Oberrhätalk) führenden Ober-Jura-Resedimente des Oxfordium/Kimmeridgium-Grenzbereiches bzw. des Kimmeridgium fehlen, kann nur eine ehemals noch weiter nördlich liegende Hochzone als die Trattberg-Schwelle als Liefergebiet in Frage kommen (Abb. 8). Im Tauglboden-Becken beginnt nach einer ersten Phase der Massenumlagerungen im tieferen Oxfordium (vgl. HUCKRIEDE 1971 und

GAWLICK 2000 - mittleres/höheres Oxfordium für das Tauglboden-Becken s. str., GAWLICK et al. 2007 für das zentrale Salzkammergut; Unter-Oxfordium für das Tauglboden-Becken - GAWLICK & SUZUKI, unveröffentlicht; Unter-Oxfordium für die Unkenner Mulde - SUZUKI et al. 2006) eine zweite Phase der Brekzienbildung (u. a. mit Dachsteinkalkklasten) mit dem Oberalmer-Basiskonglomerat deutlich später als im Bereich des Wolfgangsees, und zwar erst im Laufe des Tithonium (Unter-Tithonium – GAWLICK et al. 1999a), jedoch ohne oberjurassische Ooide oder Biogene (z. B. „Stromatoporoiden“) oder Klasten der Plassen-Karbonatplattform selbst zu führen (vgl. GAWLICK 2000); Ober-Jura Seichtwasserkarbonatschüttungen treten dort

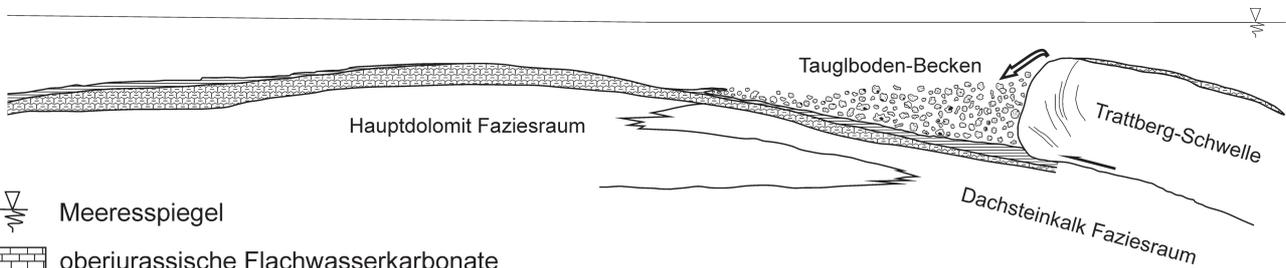
Kimmeridgium



Oxfordium/Kimmeridgium-Grenzbereich bzw. Unter-Kimmeridgium



Unter-Oxfordium



-  Meeresspiegel
-  oberjurassische Flachwasserkarbonate
-  oberjurassische polymikte karbonatklastische Flyschbrekzien
-  oberjurassische Kieselsedimente
-  unter-/mitteljurassische hemipelagische Sedimente

Abb. 8: Entwicklungsgeschichte der Wolfgangsee-Karbonatplattform und der Brunnwinkl-Schwelle am Nordrand des Tauglboden-Beckens.

Fig. 8: Evolution of the Wolfgangsee carbonate platform and the Brunnwinkl Rise at the northern rim of the Tauglboden Basin.

erstmalig mit den Barmsteinkalken im Ober-Tithonium auf (GAWLICK et al. 2005).

Die Seichtwasserkarbonatentwicklung im Bereich des Wolfgangsees ist dagegen ab dem Oxfordium/Kimmeridium-Grenzbereich belegbar mit der Entwicklung von Ooidbarren, aber auch Bereichen mit Korallen-„Stromatoporen“-Fleckenriffen. Während im mittleren/höheren Oxfordium die polymikten Brekzienkörper mit Dachsteinkalkklasten und verschiedenen Jura-Klasten die tektonisch induzierte Reliefbildung anzeigen, erfolgte die Einarbeitung der Ober-Trias-Klasten bzw. das erosiv-sedimentäre Übergreifen der oberjurassischen Sedimente auf Gesteine der Ober-Trias vermutlich während des Mobilisierungs- und Transportprozesses von der Hochzone in die Beckenbereiche. Zum Teil ist hierbei auch ein polyphaser Resedimentationsprozess festzustellen, in der Art, dass nach einer ersten Umlagerung wiederum feinerkörnige oberjurassische Hangsedimente diese überlagern, bevor dann ein endgültiges Abgleiten in die Beckenbereiche erfolgte (Abb. 7, Abb. 8).

Die die Oberalm-Formation unterlagernden laminierten Kieselsedimente der Tauglboden-Formation sind am Nordrand des Osterhorn-Blockes im Regelfall arm an Brekzieneinschlüssen und auch geringmächtig (10er m – z. B. Profil Gaissau – DIERSCH 1980, GAWLICK 2000; Ober-Oxfordium bis Ober-Tithonium auf Grund des Alters der unterlagernden Radiolarite - SUZUKI & GAWLICK, unveröffent-

lichte Daten). Schüttungen der Flachwasserkarbonatentwicklung aus dem Bereich nördlich bzw. östlich der Wolfgangseestörungszone machen sich hier weder durch allodapische Kalke noch einen mächtigkeitsmäßig sich auswirkenden Export von Mikrit in das Tauglboden-Becken bemerkbar. Dieses legt nahe, dass die heute unmittelbar benachbarten Regionen – Nordrand des Osterhorn-Blockes und Wolfgangseeregion – zur Zeit des Ober-Jura räumlich deutlich weiter voneinander entfernt lagen (Abb. 8). Als Gebiet für eine jüngere tektonische Verkürzung des ursprünglichen Ablagerungsraumes bietet sich die Region an, in der heute die Wolfgangsee-Störungszone (Abb. 1, Abb. 2) anzutreffen ist. Auch die Existenz einer bedeutenden älteren Seitenverschiebung, die den Verlauf der ?eoänen Überschiebung des Dachstein-Blockes (= eoäne Dachstein-Decke) nicht versetzt, ist denkbar. Es kann hier an einen Zusammenhang dieser Seitenverschiebung mit der durch Blattverschiebungs- und Abschiebungsaktivität gekennzeichneten gosauischen Beckenbildung gedacht werden (DECKER & WAGREICH 2001).

4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Die wichtigsten Schlussfolgerungen auf der Basis der Ergebnisse dieser Arbeit sind:

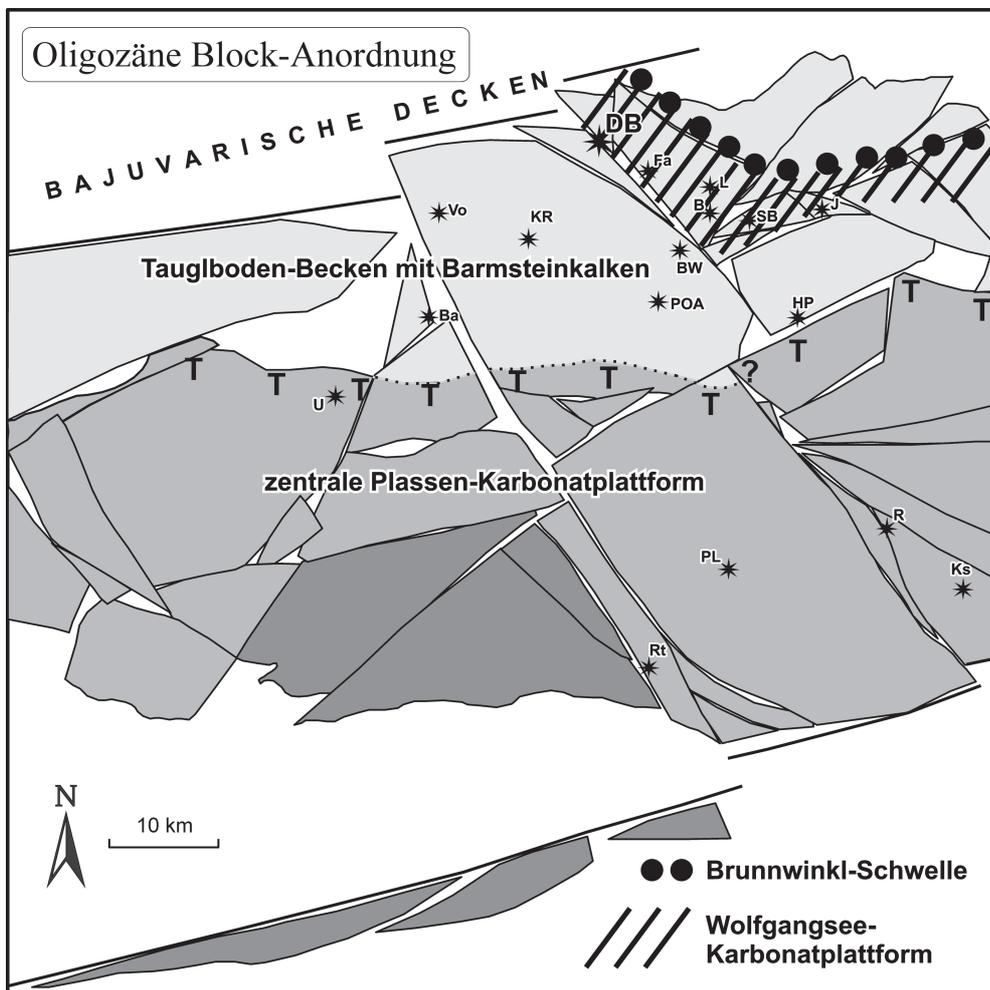


Abb. 9: Vermutete Ausdehnung der Wolfgangsee-Karbonatplattform und Lage der Brunnwinkl-Schwelle, eingetragen in die oligozäne Rekonstruktion der Block-Anordnung der zentralen Nördlichen Kalkalpen nach FRISCH & GAWLICK (2003). Legende: siehe Abb. 1.

T = Trattberg-Schwelle (Lage verändert nach AUER et al. 2006b).

Fig. 9: Assumed extension of the Wolfgangsee carbonate platform and location of the Brunnwinkl Rise plotted into the Oligocene block tectonic reconstruction of the central Northern Calcareous Alps after FRISCH & GAWLICK (2003). Legend see Fig. 1. T = Trattberg Rise (paläogeographic position changed after AUER et al. 2006b).

1. Die Ober-Jura Seichtwasserkarbonate nördlich bzw. östlich der Wolfgangseestörungszone haben wahrscheinlich ein Kimmeridgium- bis ?Unter-Tithonium-Alter und sind damit älter als alle anderen Vorkommen im Bereich des Tief-Tirolikum. Sie stellen eine innerhalb der Nördlichen Kalkalpen paläogeographisch eigenständige Seichtwasser-Karbonatplattformentwicklung dar, die von der zentralen Plassen-Karbonatplattform durch ein Tiefwasserbecken (Tauglboden-Becken) getrennt war. Diese eigenständige Ober-Jura Karbonatplattform wird als Wolfgangsee-Karbonatplattform innerhalb der Plassen-Karbonatplattformentwicklung bezeichnet (Abb. 8, Abb. 9).
2. Bereits im höheren Oxfordium bzw. ?tieferen Kimmeridgium ist im Bereich nördlich des Wolfgangsees eine flachmarine Schwelle mit Ooidbarren, aber auch Korallen-Stromatoporen-Fleckenriffen ausgebildet, die heute nicht mehr erhalten ist. Diese Schwellenregion bildete sich im Ober-Jura als Hebungszone einer aktiven Deckenstirn nördlich des Tauglboden-Beckens heraus und stellt ein Analogon der Trattberg-Schwelle am Südrand des Tauglboden-Beckens dar. Diese Deckenstirn am Nordrand des Tauglboden-Beckens wird als Brunnwinkl-Schwelle bezeichnet (Abb. 8, Abb. 9). Diese kann heute nur noch aus den erhaltenen Resedimenten innerhalb der südlich gelegenen Beckenabfolgen und an der Basis der Wolfgangsee-Karbonatplattform nachgewiesen werden.
3. Die mikrofazielle Charakteristik, der Faunen und Floreninhalt sowie die Sedimentationsabfolge sind weitgehend mit der initialen Verflachungsabfolge der zentralen Plassen-Karbonatplattform vergleichbar. Lediglich die unterlagernden radiolaritischen Abfolgen unterscheiden sich in ihrer Entwicklungsgeschichte und durch den Komponentenbestand der eingeschalteten polymikten Brekzienkörper.
4. Die Seichtwasserkarbonate im Bereich des Tief-Tirolikums sind - wie auch die Entwicklungen der Plassen-Karbonatplattform s. str. im Hoch-Tirolikum - eine typische Verflachungsabfolge. Die Vorkommen nördlich bzw. östlich der Wolfgangseestörungszone sind Teil einer eigenständigen autochthonen Karbonatplattformentwicklung, die sich über Beckensedimenten entwickelt. Analog zu der Entwicklung der zentralen Plassen-Karbonatplattform, die von der Trattberg-Schwelle Richtung Süden progradiert, wird auch hier von einer Entwicklung ausgegangen, die auf einer sich hebenden Deckenstirn beginnt. Diese eigenständige Seichtwasserkarbonatplattform im Bereich des Wolfgangsees wird hier als Wolfgangsee Karbonatplattform bezeichnet, die einen Teil der Plassen-Karbonatplattformentwicklung darstellt. Ob in der Folge eine eigenständige Formation definierbar ist, müssen weitere Detailuntersuchungen der Schichtfolgen zeigen. Zur Zeit sind die Unterschiede in der Entwicklung der Schichtfolgen im Vergleich mit der zentralen Plassen-Karbonatplattform noch zu wenig im Detail herausgearbeitet, um eine neue, eigenständig Formation i. S. von STEININGER & PILLER (1999) zu definieren.
5. Zwischen dem Osterhorn-Block und den Plassen-Karbonatplattformvorkommen nördlich des Wolfgangsees

muss zur Zeit des Ober-Jura auf Grund der grundverschiedenen Entwicklung der Schichtfolgen ein relativ ausgedehnter, heute verloren gegangener Ablagerungsraum gelegen haben.

In weiterer Folge wird es wichtig sein, alle Ober-Jura-Vorkommen im Bereich des Wolfgangsees im Detail zu untersuchen, um genauere Aussagen über die paläogeographische Lage der sich hebenden Schwellenregion (Deckenstirn?) als Nukleus dieser eigenständigen Karbonatplattformentwicklung zu erhalten. In diesem Rahmen sind auch alle im östlichen Streichen der Vorkommen am Wolfgangsee auftretenden oberjurassischen Seichtwasserkarbonate, d. h. der Brustwandkopf westlich und der Jainzen nördlich Bad Ischl, neu zu prüfen. Aus paläogeographischen Überlegungen heraus sollten auch diese Vorkommen Teil der Wolfgangsee-Karbonatplattform darstellen. Ob die Seichtwasserkarbonatresedimente (Barmsteinkalke) am Nordrand des Osterhorn-Blockes sich von den Barmsteinkalken am Südrand des Osterhorn-Blockes unmittelbar nördlich der Trattberg-Schwelle unterscheiden, muß in Zukunft im Detail geprüft werden.

Es sollte analog der Entwicklung der Schichtfolge im Tauglboden-Becken nördlich der Trattberg-Schwelle ein Sedimentationsraum auftreten, der das resedimentierte Material dieser heute nur noch indirekt nachzuweisenden Deckenstirn enthält (Brunnwinkl-Schwelle). Über einer radiolaritischen Tiefwasser-Schichtfolge mit groben Resedimenten von dieser Deckenfront, die nicht älter als mittleres/höheres Oxfordium sein dürfen, sollte sich dann im Verlaufe des höheren Tithonium eine Schichtfolge mit resedimentierten Flachwasserkarbonaten analog den Barmsteinkalken im Tief-Tirolikum (Tauglboden-Becken) entwickeln. Nach der paläogeographischen Rekonstruktion von FRISCH & GAWLICK (2003) könnte dieser Sedimentationsraum im Bereich des südlichen Bajuvarikums oder von paläogeographischen Äquivalenten zu suchen sein. Er könnte z. B. im Sonnwendgebirge zu vermuten sein, wo erste Untersuchungen eine geringmächtige Radiolaritabfolge des Callovium bis Oxfordium (unveröffentlichte Daten) mit darüber folgenden polymikten Brekzienkörpern (WÄHNER 1903, WEYNSCHENK 1949, WÄCHTER 1987), die vom Komponentenbestand her mit den Brekzienkörpern der Tauglboden-Formation weitgehend vergleichbar sind, und abschliessenden Resedimenten mit Seichtwasserkarbonaten belegen. Die Entwicklung dort ist sehr gut mit der Entwicklung im Bereich des Wolfgangsees vergleichbar. Auch die ursprüngliche paläogeographische Lage des Sonnwendgebirges (FRISCH & GAWLICK 2003) im Norden des heutigen Kalkalpennordrandes (vgl. Versatz an der Inntal-Störungszone - FRISCH & GAWLICK 2003) und damit nördlich der rekonstruierten Brunnwinkl-Schwelle legt eine solche Interpretation nahe.

Dank

Die Arbeit entstand im Rahmen des FWF-Projektes 16812-B06. Für hilfreiche Diskussionen bedanken wir uns bei L. Krystyn (Wien) und V. Diersche (Sulzfeld/Main). Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes bedanken wir uns

bei W. Frisch (Tübingen), V. Diersche (Sulzfeld/Main) und R. Lein (Wien).

Literatur

- AUER, M., GAWLICK, H.-J. & SCHLAGINTWEIT, F. (2006A): Mount Rettenstein southeast of the Dachstein Massif – a structurally controlled, isolated occurrence of Jurassic strata at the southern rim of the Northern Calcareous Alps. - (In: TESSADRI-WACKERLE, M. (Ed.)), PANGEO Austria 2006, 7-8, Innsbruck University Press.
- AUER, M., GAWLICK, H.-J. & SUZUKI, H. (2006b): Die Unter-Oxford Radiolarit-Megabrekzie am Nordrand des Dachstein Blockes (Nördliche Kalkalpen, Österreich): Radiolarienfaunen, Mikrofazies des Komponentenbestandes und tektonische Bedeutung. - Jb. Geol. B.-A., **146**: 33-51, Wien.
- BASSOUILLET, J.-P. (1997): Les Grands foraminifères. - (In: CARIU, E. & HANTZPERGUE, P. (coord.), Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et Méditerranéen), Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine Mém., **17**: 293-304, Pau.
- CRESCENTI, U. (1969): Biostratigrafia delle facies mesozoiche dell' Apennino Centrale: Correlazioni. - Geol. Romana **8**: 15-40, Rom.
- DECKER, K. & WAGREICH, M. (2001): Sedimentary tectonics and subsidence modelling of the type Upper Cretaceous Gosau basin (Northern Calcareous Alps, Austria). - Int. Journ. Earth Sci., **90**: 714-726, Berlin.
- DIERSCHKE, V. (1980): Die Radiolarite des Oberjura im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen. - Geotekt. Forsch., **58**: 1-217, Stuttgart.
- FENNINGER, A. (1972): Die Fauna und Flora der Barmsteinkalk-Bank B2 im Raume des Trattberges (Osterhorngruppe, Salzburg). - Ber. Haus Nat. Salzburg, **3**: 10-23, Salzburg.
- FENNINGER, A. & HOLZER, H.L. (1972): Fazies und Paläogeographie des oberostalpinen Malms. - Mitt. Geol. Ges., **63**: 52-141, Wien.
- FOURY, G. & VINCENT, E. (1967): Morphologie et répartition stratigraphique du genre *Kilianina* PFENDER. (Foraminifère). - Eclogae geol. Helv., **60**/1: 33-45, Basel.
- FRISCH, W. & GAWLICK, H.-J. (2003): The nappe structure of the central Northern Calcareous Alps and its disintegration during Miocene tectonic extrusion – a contribution to understanding the orogenic evolution of the Eastern Alps. - Int. J. Earth Sci., **92**: 712-727, Stuttgart.
- GAWLICK, H.-J. (1996): Die früh-oberjurassischen Brekzien der Strubbergsschichten im Lammertal - Analyse und tektonische Bedeutung (Nördliche Kalkalpen, Österreich). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **39/40**: 119-186, Wien.
- GAWLICK, H.-J. (2000) unter Mitwirkung von V. DIERSCHKE: Die Radiolaritbecken in den Nördlichen Kalkalpen (hoher Mittel-Jura, Ober-Jura). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **44**: 97-156, Wien.
- GAWLICK, H.-J. & FRISCH, W. (2003): The Middle to Late Jurassic carbonate clastic radiolaritic flysch sediments in the Northern Calcareous Alps: sedimentology, basin evolution, and tectonics – an overview. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **230**/2-3: 163-213, Stuttgart.
- GAWLICK, H.-J., SUZUKI, H., VORTISCH, W. & WEGENER, E. (1999a): Zur stratigraphischen Stellung der Tauglbodenschichten an der Typlokalität in der Osterhorngruppe (Nördliche Kalkalpen, Ober-Oxfordium – Unter-Tithonium). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **42**: 1-20, Wien.
- GAWLICK, H.-J., FRISCH, W., VECSEI, A., STEIGER, T. & BÖHM, F. (1999b): The change from rifting to thrusting in the Northern Calcareous Alps as recorded in Jurassic sediments. - Geol. Rdschau., **87**: 644-657, Berlin.
- GAWLICK, H.-J. & SCHLAGINTWEIT, F. (2006): Berriasian drowning of the Plassen carbonate platform at the type-locality and its bearing on the early Eoalpine orogenic dynamics in the Northern Calcareous Alps (Austria). - Int. Journ. Earth Sci. **95**: 451-462, Berlin.
- GAWLICK, H.-J., SCHLAGINTWEIT, F. & LEIN, R. (2003): Das Höherstein-Plateau südlich Bad Ischl – Neue Daten zur Stratigraphie, Fazies und Sedimentologie: Implikationen zur paläogeographischen Rekonstruktion im Jura des zentralen Salzkammergutes. - (In: WEIDINGER, J.T., LOBITZER, H. & SPITZBART, I. (Hrsg.), Beiträge zur Geologie des Salzkammergutes), Gmundner Geo-Studien, **2**: 75-86, Gmunden.
- GAWLICK, H.-J., SCHLAGINTWEIT, F., EBELI, O. & SUZUKI, H. (2004): Die Plassen-Formation (Kimmeridgium) des Krahstein (Steirisches Salzkammergut, Österreich) und ihre Unterlagerung: Neue Daten zur Fazies, Biostratigraphie und Sedimentologie. - Zbl. Geol. Paläont., Teil 1, **3/4**: 295-334, Stuttgart.
- GAWLICK, H.-J., SCHLAGINTWEIT, F. & MISSONI, S. (2005): Die Barmsteinkalke der Typlokalität nordwestlich Hallein (hohes Tithonium bis tieferes Berriasium; Salzburger Kalkalpen) - Sedimentologie, Mikrofazies, Stratigraphie und Mikropaläontologie: neue Aspekte zur Interpretation der Entwicklungsgeschichte der Ober-Jura-Karbonatplattform und der tektonischen Interpretation der Hallstätter Zone von Hallein – Bad Dürnbreg. - N. Jb. Geol. Pal. Abh., **236**: 351-421, Stuttgart.
- GAWLICK, H.-J., SCHLAGINTWEIT, F. & SUZUKI, H. (2007): Die Ober-Jura bis Unter-Kreide Schichtfolge des Gebietes Sandling-Höherstein (Salzkammergut, Österreich) – Implikationen zur Rekonstruktion des Block-Puzzles der zentralen Nördlichen Kalkalpen, der Gliederung der karbonatklastischen Radiolaritflyschbecken und der Entwicklung der Plassen-Karbonatplattform. - N. Jb. Geol. Pal. Abh., **243**/1: 1-70, Stuttgart.
- GERMOVSEK, C. (1954): Les Hydrozoa du Jura supérieur aux environs de Novo Mesto. - Razpr. Sloven. Acad. Sci., Cl. IV, II, **343**-386, Ljubljana.
- GÜMBEL, C.W. (1891): Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb (Frankenjura) mit dem anstoßenden fränkischen Keupergebiete. - 1-763, Kassel (T. Fischer).
- HERITSCH, F. (1921): Zwei neue Tabulaten aus dem alpinen Mesozoikum. - Cbl. Min. Geol. Paläont. **1921**: 564-571, Stuttgart.
- HUCKRIEDE, R. (1971): Rhyncholithen-Anreicherung (Oxfordium) an der Basis des Älteren Radiolarits der Salzburger Kalkalpen. - Geologica et Palaeontologica, **5**: 131-147, Marburg/Lahn.
- KÜGLER, U., SCHLAGINTWEIT, F., SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (2003): Stratigraphie und Fazies des höheren Mittel- bis Ober-Jura im Bereich des Falkensteinzuges am Wolfgangsee, Salzkammergut (Österreich) mit besonderer Berücksichtigung der Plassen-Formation (Kimmeridgium). - (In: WEIDINGER, J.T., LOBITZER, H. & SPITZBART, I. (Hrsg.): Beiträge zur Geologie des Salzkammergutes), Gmundner Geo-Studien, **2**: 97-106, Gmunden.
- LEISCHNER, W. (1961a): Zur Kenntnis der Mikrofauna und –flora der Salzburger Kalkalpen. - N. Jb. Geol. Pal. Abh. **112**/1: 1-47, Stuttgart.
- LEISCHNER, W. (1961b): Stratigraphie und Tektonik des Wolfgangseegebietes in den Salzburger Kalkalpen. - Mitt. Geol. Ges. Wien, **53**: 177-208, Wien.
- MIŠÍK, M., SOTÁK, J. & ZIEGLER, V. (1999): Serpulid worms *Mercierella* FAUVEL, *Durandella* DRAGASTAN and *Carpathiella* nov. gen. from the Jurassic, Cretaceous and Paleogene of the Western Carpathians. - Geol. Carpath. **50**/4: 305-312, Bratislava.
- MISSONI, S., SCHLAGINTWEIT, F., SUZUKI, H. & GAWLICK, H.-J. (2001): Die oberjurassische Karbonatplattformentwicklung im Bereich der Berchtesgadener Kalkalpen (Deutschland) – eine Rekonstruktion auf der Basis von Untersuchungen polymikter Brekzienkörper in pelagischen Kieselsedimenten (Sillenkopf-Formation). - Zbl. Geol. Paläont. **1/2**, **2001**: 117-143, Stuttgart.
- MOHLER, W. (1938): Mikropaläontologische Untersuchungen in der nordschweizerischen Juraformation. - Abh. Schweiz. Pal. Ges., **60**: 1-53, Basel.
- PLÖCHINGER, B. (1964): Die tektonischen Fenster von St. Gilgen und Strobl am Wolfgangsee (Salzburg, Österreich). - Jb. Geol. B.-A., **107**: 11-69, Wien.

- PLÖCHINGER, B. (1973): Erläuterungen zur geologischen Karte des Wolfgangseegebietes 1 : 25.000. - 91 S., Wien (Geol. B.-A.).
- PLÖCHINGER, B. (1974): Gravitativ transportiertes permisches Haselgebirge in den Oberalmer Schichten (Tithonium, Salzburg), mit einem Beitrag von I. Draxler. - Verh. Geol. B.-A., **1974**: 71-88, Wien.
- SCHLAGER, M. & SCHLAGER, W. (1973): Clastic sediments associated with radiolarites (Tauglbodenschichten, Upper Jurassic, Eastern Alps). - Sedimentol., **20**: 65-89, Amsterdam.
- SCHLAGINTWEIT, F., AUER, M., GAWLICK, H.-J. & SUZUKI, H. (2006): Die Plassen-Karbonatplattform (Kimmeridgium) des Rettenstein bei Filzmoos (Salzburger Land): Neue Daten zur Faziesentwicklung und Stratigraphie. - (In: TESSADRI-WACKERLE, M. (Hrsg.): Pangeo Austria 2006), 304-305, Innsbruck.
- SCHLAGINTWEIT, F. & GAWLICK, H.-J. (2007): Analysis of Late Jurassic to Early Cretaceous algal debris-facies of the Plassen carbonate platform in the Northern Calcareous Alps (Germany, Austria) and in the Kurbnesh area of the Mirdita zone (Albania) – a tool to reconstruct tectonics and paleogeography of eroded platforms. - Facies, **53**: 209-227, (Springer) Berlin.
- SCHLAGINTWEIT, F., GAWLICK, H.-J. & AUER, M. (2007): *Carpathocancer* nov. nom. based on findings of *Carpathocancer triangulatus* (MISIK, SOTAK & ZIEGLER, 1999) (type-species) nov. nom. in Triassic and Jurassic reefal carbonates of the Northern Calcareous Alps and their taxonomic re-interpretation as decapod crustacean appendages. - Journal of Alpine Geology/Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **48**: 23-35, Wien.
- SCHLAGINTWEIT, F., GAWLICK, H.-J. & LEIN, R. (2003): Die Plassen-Formation der Typlokalität (Salzkammergut, Österreich) – neue Daten zur Fazies, Sedimentologie und Stratigraphie. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **46**: 1-34, Wien.
- SCHLAGINTWEIT, F., GAWLICK, H.-J. & LEIN, R. (2005): Mikropaläontologie und Biostratigraphie der Plassen-Karbonatplattform der Typlokalität (Ober-Jura bis Unter-Kreide, Salzkammergut, Österreich). - Journal of Alpine Geology/Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **47**: 11-102, Wien.
- SENOWBARI-DARYAN, B. & SCHÄFER, P. (1979): Neue Kalkschwämme und ein Problematikum (*Radiomura cautica* n. g., n. sp.) aus Oberrhät-Riffen südlich von Salzburg (Nördliche Kalkalpen). - Mitt. österr. Geol. Ges., **70** (1977): 17-42, Wien.
- STEIGER, T. (1981): Kalkturbidite im Oberjura der Nördlichen Kalkalpen (Barmstein Kalke, Salzburg, Österreich). - Facies, **4**: 215-348, Erlangen.
- STEIGER, T. (1992): Systematik, Stratigraphie und Palökologie der Radiolarien des Oberjura-Unterkreide-Grenzbereiches im Osterhorn-Tirolikum (Nördliche Kalkalpen, Salzburg und Bayern). - Zitteliana, **19**: 1-188, München.
- STEININGER, F.F. & PILLER, W.E. (Hrsg.) (1999): Empfehlungen (Richtlinien) zur Handhabung der stratigraphischen Nomenklatur. - Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, **209**: 1-19, Frankfurt.
- SUZUKI, H., MISSONI, S. & GAWLICK, H.-J. (2006): Radiolarienbiostratigraphie des Radiolaritprofils Heutal (Jura, Unkener Mulde, Salzburger Kalkalpen). - (In: TESSADRI-WACKERLE, M. (Hrsg.): Pangeo Austria 2006), 336-337, Innsbruck.
- WÄCHTER, J. (1987): Jurassische Massflow- und Internbreccien und ihr sedimentär-tektonisches Umfeld im mittleren Abschnitt der Nördlichen Kalkalpen. - Bochumer geol. Geotechn. Arb., **27**: 1-239, Bochum.
- WÄHNER, F. (1903): Das Sonnwendgebirge im Unterinntal. - XII + 1-356 Leipzig-Wien (Deuticke Verlag).
- WEYNSCHENK, R. (1949): Beiträge zur Geologie und Petrographie des Sonnwendgebirges (Tirol), besonders der Hornsteinbreccien. - Schlern-Schriften, **59**: 1-66, Innsbruck.
- WEYNSCHENK, R. (1950): Die Jura-Mikrofauna und -flora des Sonnwendgebirges (Tirol). - Schlern-Schriften, Universität Innsbruck, **83**: 1-32, Innsbruck.
- WEYNSCHENK, R. (1951): Two new foraminifera from the Dogger and Upper Triassic of the Sonnwend Mountains of Tyrol, Austria. - Journ. Paleontol., **25**: 793-795, Tulsa.